

คู่มือการจัดห้องปฏิบัติการ

วิทยาศาสตร์

คำนำ

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยสาขาประเมินมาตรฐานได้จัดทำคู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษาได้ใช้เป็นแนวทางในการสร้าง หรือพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม และยังเป็นแนวทางในการประเมินประสิทธิภาพการจัดห้องปฏิบัติการอีกด้วย โดยสาระสำคัญของคู่มือนี้ประกอบด้วย หลักการและแนวทางการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เกณฑ์การประเมินมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และข้อแนะนำเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้จัดทำขึ้นโดยสสวท. เป็นครั้งแรก จึงอาจมีส่วนที่ยังต้องแก้ไขเพิ่มเติมอยู่บ้าง ผู้ใช้ท่านใดมีข้อเสนอแนะที่จะช่วยให้เอกสารนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดส่งข้อเสนอแนะมายังสาขาประเมินมาตรฐาน สสวท. เพื่อจะได้นำมาพิจารณาปรับปรุงต่อไป

การจัดทำคู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากนักวิชาการใน สสวท. ครูผู้สอนทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่ทำให้เอกสารเล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สสวท. จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

(นายพิศาล สร้อยธุหร่ำ)
ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
22 กันยายน 2546

คำชี้แจง

สาขาประเมินมาตรฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำคู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้สถานศึกษาได้มีแนวทางในการปรับปรุงห้องปฏิบัติการที่มีอยู่แล้วให้ได้มาตรฐานทั้งด้านการจัดห้องปฏิบัติการ การบริหารจัดการ และความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการ หรือเมื่อจะจัดสร้างห้องปฏิบัติการใหม่ได้ใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกสถานที่สร้างห้องปฏิบัติการได้เหมาะสมและจัดห้องปฏิบัติการได้ตรงตามมาตรฐาน และใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เล่มนี้จัดทำขึ้นเป็นครั้งแรก โดยมีแนวทางจากการศึกษาเอกสารและข้อมูลทั้งในและต่างประเทศ และเวปไซต์ที่เกี่ยวข้องกับด้านสถาปัตยกรรมและอาคารที่ใช้ทางการศึกษา รวมทั้งข้อมูลจากนักวิชาการ ครูผู้สอนทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ด้านห้องปฏิบัติการ โดยมีเนื้อหาสาระที่เป็นข้อแนะนำเกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ รายงานการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุมีพิษ รวมทั้งเครื่องหมายเตือนอันตรายจากสารเคมี และพิจารณาปรับปรุงให้เหมาะสมกับระบบการศึกษาของประเทศไทย

สาระสำคัญของคู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เล่มนี้ ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 หลักการและแนวทางการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้ให้แนวทางในการวางแผนผังห้องปฏิบัติการ การจัดครุภัณฑ์ ระบบสาธารณูปโภค และการบริหารจัดการ ซึ่งสถานศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างห้องปฏิบัติการใหม่ หรือปรับปรุงห้องปฏิบัติการที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งปรับปรุงระบบบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ตอนที่ 2 เกณฑ์การประเมินมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย มาตรฐานที่ครอบคลุมคุณลักษณะสำคัญตามหลักการในตอนที่ 1 รวม 9 มาตรฐาน แต่ละมาตรฐานได้ระบุคุณลักษณะสำคัญและเกณฑ์การประเมินเพื่อจัดระดับคุณภาพ ซึ่งจะพิจารณาได้จากจำนวนข้อของเกณฑ์ย่อยที่ตรงตามมาตรฐาน พร้อมทั้งตัวอย่างแบบบันทึกผลการประเมิน (ภาคผนวก) ผู้ดูแลรับผิดชอบห้องปฏิบัติการและคณะกรรมการหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถจะพิจารณาตามเกณฑ์ของแต่ละมาตรฐาน แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึก จากตารางสรุปผลการประเมินการจัดห้องปฏิบัติการในแบบบันทึกจะได้ภาพรวมของการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขคุณลักษณะของมาตรฐานที่ยังมีข้อบกพร่อง

ตอนที่ 3 ข้อแนะนำเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการ การจัดเก็บ การบำรุงรักษา และการซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการ ผู้บริหารสถานศึกษาผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งครูผู้สอน นักเรียน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสามารถใช้ข้อแนะนำในตอนนี้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการเพื่อให้เกิดความตระหนักถึงอันตรายและป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากการใช้ห้องปฏิบัติการ

สาขาประเมินมาตรฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กันยายน 2546

สารบัญ

	หน้า
ตอนที่ 1 หลักการและแนวทางการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	**1**
• การวางแผนผังห้องปฏิบัติการ	1
• การจัดห้องปฏิบัติการ	5
• ครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ	9
• การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศของห้องปฏิบัติการ	14
• การจัดระบบสาธารณูปโภคในห้องปฏิบัติการ	16
• การจัดห้องเสริมปฏิบัติการ	19
• การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ	26
ตอนที่ 2 เกณฑ์การประเมินมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	**33**
• มาตรฐาน 1 ขนาดและลักษณะของห้องปฏิบัติการ	34
• มาตรฐาน 2 ครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ	35
• มาตรฐาน 3 การระบายอากาศของห้องปฏิบัติการ	37
• มาตรฐาน 4 ความสว่างของห้องปฏิบัติการ	38
• มาตรฐาน 5 ระบบไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบไฟฟ้า)	39
• มาตรฐาน 6 ระบบน้ำของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบน้ำ)	40
• มาตรฐาน 7 ระบบแก๊สของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบแก๊ส)	41
• มาตรฐาน 8 การจัดห้องเสริมปฏิบัติการ	42
• มาตรฐาน 9 การบริหารจัดการและความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ	44

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 3 ข้อแนะนำเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	**46**
● ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการ	47
● การทำความสะอาดบริเวณที่ปนเปื้อนสารเคมี	49
● การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม	50
● การจัดการและการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์	52
● ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	54
● การปฐมพยาบาล	60
● อันตรายของสารเคมีและเครื่องหมายเตือน	61
● แหล่งความรู้เกี่ยวกับสารเคมีที่มีอันตราย	67
บรรณานุกรม	**69**
ภาคผนวก ตัวอย่างแบบบันทึกการประเมินผลการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	**71**

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการอยู่ในชั้นเดียวกัน	2
2	ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการอยู่ในอาคาร 2 หลังติดกัน	2
3	ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการอยู่บนสองชั้นของอาคาร	3
4	ตัวอย่างแผนผังแสดงการจัดพื้นที่ระหว่างโต๊ะทำปฏิบัติการ	7
5	ตัวอย่างแผนผังแสดงการจัดห้องปฏิบัติการ	8
6	ตัวอย่างโครงของโต๊ะทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	10
7	ตัวอย่างตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีแบบมีรางเลื่อน	11
8	ตัวอย่างตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีแบบมีล้อเคลื่อนที่ได้และแบบติดตั้งถาวร	12
9	ตัวอย่างตู้ควันแบบเคลื่อนที่ได้ระบบวงจรปิด	13
10	ตัวอย่างอ่างน้ำที่ติดตั้งระบบน้ำแบบฝังติดในตู้ทึบ	17
11	ตัวอย่างการจัดห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	20
12	ตัวอย่างการจัดแบ่งพื้นที่ภายในส่วนเตรียมปฏิบัติการ	21
13	ตัวอย่างส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้	22
14	ตัวอย่างการจัดพื้นที่ทำงานของพนักงานเทคนิค	23
15	ตัวอย่างเรือนเพาะชำหรือห้องเพาะเลี้ยงพืช	24
16	ตัวอย่างการจัดห้องเลี้ยงสัตว์	25

ตอนที่ 1
หลักการและแนวทางการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้สถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและจัดทำห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เป็นสถานที่ทำปฏิบัติการ สำรวจตรวจสอบ และสืบค้นข้อมูลที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ โดยมีหลักการและแนวทางการจัดห้องปฏิบัติการที่ประกอบด้วย

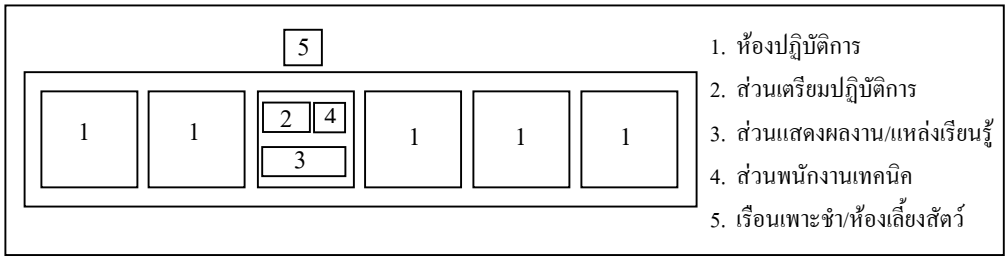
1. การวางแผนผังห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งของสถานศึกษา เป็นสถานที่ซึ่งใช้เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการทำปฏิบัติการและการสำรวจตรวจสอบ การวางแผนผังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมกับสถานศึกษา จะช่วยให้สามารถบริหารจัดการห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดมลภาวะและการปนเปื้อน เพื่อให้สถานศึกษาสามารถควบคุมคุณภาพตามมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย การจัดแผนผังห้องปฏิบัติการจะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการ ห้องเสริมปฏิบัติการเพื่อใช้เตรียมปฏิบัติการ ที่ทำงานพนักงานเทคนิค ที่แสดงผลงาน แหล่งเรียนรู้ เรือนเพาะชำและห้องเลี้ยงสัตว์

การจัดแผนผังห้องปฏิบัติการทำได้หลายรูปแบบ ในคู่มือฉบับนี้ได้แนะนำรูปแบบที่เป็นไปได้ 3 แบบ คือ (1) ห้องปฏิบัติการอยู่ในชั้นเดียวกัน (2) ห้องปฏิบัติการอยู่ในอาคาร 2 หลังติดกัน และ (3) ห้องปฏิบัติการอยู่บนหลายชั้น การเลือกจัดตามรูปแบบใดจะขึ้นอยู่กับลักษณะของอาคารสถานที่ของสถานศึกษานั้น ตัวอย่างการจัดห้องปฏิบัติการแบบต่าง ๆ เป็นดังนี้

แบบที่ 1 ห้องปฏิบัติการอยู่ในชั้นเดียวกัน

ห้องปฏิบัติการแบบนี้จะจัดส่วนต่าง ๆ ไว้ในชั้นใดชั้นหนึ่งของอาคารเรียน เพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำปฏิบัติการ และใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ร่วมกัน ดังรูป 1

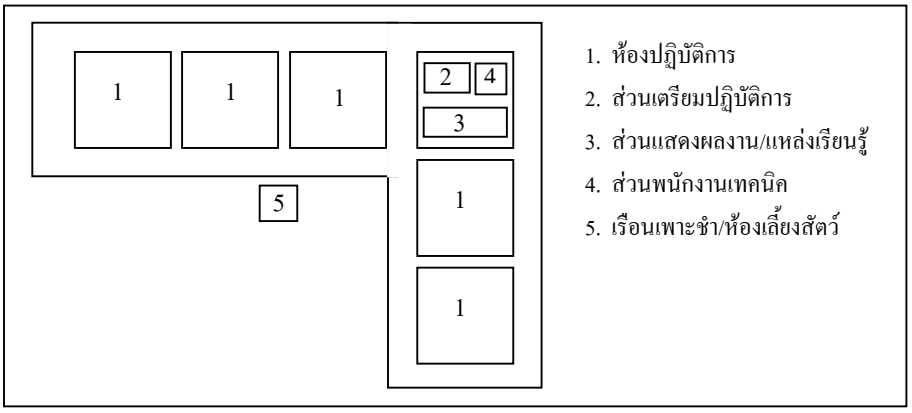


รูป 1 ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการอยู่ในชั้นเดียวกัน

การจัดห้องปฏิบัติการแบบนี้เหมาะกับโรงเรียนที่มีห้องปฏิบัติการรวมกันไม่เกิน 6 ห้อง บริเวณที่กำหนดให้เป็นส่วนของห้องปฏิบัติการอาจจะเชื่อมต่อกับห้องเรียนอื่น ๆ เพื่อให้สามารถใช้ห้องปฏิบัติการ สิ่งอำนวยความสะดวก ห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์ และห้องเรียน รวมทั้งบริเวณที่ใช้แสดงผลงานของนักเรียนร่วมกันได้

แบบที่ 2 ห้องปฏิบัติการอยู่ในอาคาร 2 หลังติดกัน

ห้องปฏิบัติการแบบนี้เหมาะกับสถานศึกษาที่มีจำนวนห้องปฏิบัติการมากกว่าแบบแรก และไม่สามารถจัดไว้ในอาคารเดียวกันได้ จึงต้องใช้พื้นที่ของอาคาร 2 หลังที่อยู่ติดกัน ดังรูป 2

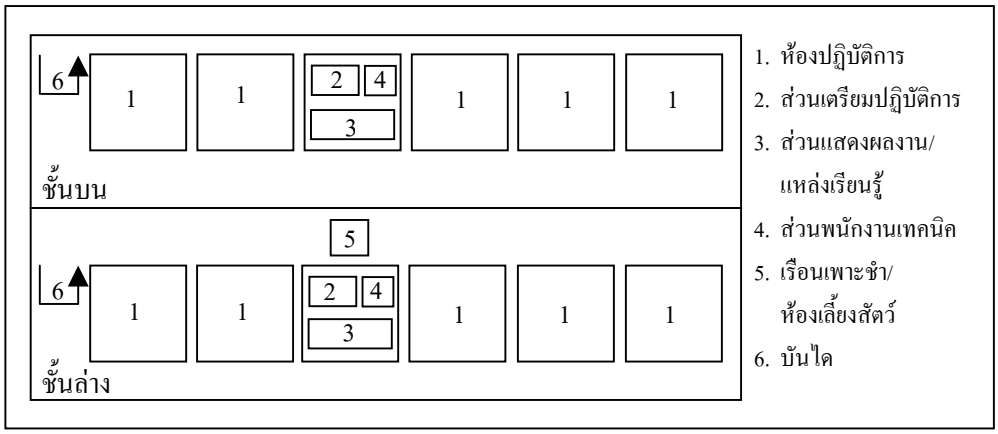


รูป 2 ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการอยู่ในอาคาร 2 หลังติดกัน

การจัดห้องปฏิบัติการแบบนี้จะช่วยให้สามารถขยายจำนวนห้องปฏิบัติการออกไปได้ทั้งสองอาคาร แต่การวางผังห้องปฏิบัติการแบบนี้มีจุดอ่อนที่ห้องท้ายสุดของอาคารอาจอยู่ห่างจากส่วนเตรียมปฏิบัติการมากเกินไป

แบบที่ 3 ห้องปฏิบัติการอยู่บนหลายชั้น

ห้องปฏิบัติการแบบนี้เหมาะกับสถานศึกษาที่อาคารเรียนมีจำนวนห้องในแต่ละชั้นไม่เพียงพอต่อการจัดห้องปฏิบัติการไว้ด้วยกัน วิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้โดยทำห้องปฏิบัติการไว้บนหลายชั้นของอาคารเรียน การจัดห้องปฏิบัติการแบบนี้เหมาะสำหรับสถานศึกษาขนาดใหญ่ที่ต้องการใช้ห้องปฏิบัติการจำนวนมาก การจัดจะมีลักษณะเดียวกับการจัดห้องปฏิบัติการอยู่ในชั้นเดียวแต่จัดเป็นชุดซ้อนกัน ดังรูป 3



รูป 3 ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการอยู่บนสองชั้นของอาคาร

การจัดห้องปฏิบัติการแบบนี้ อาจต้องแยกส่วนเตรียมปฏิบัติการและส่วนจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีไว้ชั้นละชุด จึงควรต้องวางแผนการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสิ่งที่จำเป็นต่อการทำปฏิบัติการให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งาน โดยหลีกเลี่ยงการขนย้ายสิ่งของระหว่างชั้นหรือให้มีการขนย้ายน้อยที่สุด ทั้งนี้ในกรณีที่มีห้องปฏิบัติการอยู่หลายชั้นก็อาจจัดห้องปฏิบัติการให้ใช้ได้ชั้นละ 1 สาขาวิชา เพื่อแยกส่วนต่าง ๆ ที่ไม่ต้องใช้ร่วมกันออกจากกันได้อย่างชัดเจน

สถานศึกษาที่มีห้องปฏิบัติการหลายห้อง ควรจัดให้รวมอยู่ในบริเวณเดียวกัน และในกลุ่มของห้องปฏิบัติการควรจัดให้มีส่วนสำคัญที่ใช้ทำกิจกรรมปฏิบัติการ ดังนี้

(1) ห้องปฏิบัติการ พื้นที่ส่วนนี้จัดไว้เพื่อใช้ในการฝึกฝนภาคปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้เข้าใจเนื้อหาด้านทฤษฎีดียิ่งขึ้น สถานศึกษาที่มีห้องปฏิบัติการหลายห้องควรจัดให้อยู่ในบริเวณเดียวกัน ในลักษณะของกลุ่มห้องปฏิบัติการหรือชุดห้องปฏิบัติการ เพื่อจะได้ใช้แหล่งวัสดุอุปกรณ์ สารเคมีและสิ่งอำนวยความสะดวกร่วมกัน

(2) ห้องเสริมปฏิบัติการ พื้นที่ส่วนนี้จัดไว้เป็นส่วนกลางสำหรับสนับสนุนการทำปฏิบัติการตามความพร้อมของสถานศึกษา โดยทั่วไปสามารถแบ่งห้องเสริมปฏิบัติการออกได้เป็น 2 ส่วน คือ (1) ส่วนที่อยู่ในอาคารเรียน เช่น ส่วนจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี ส่วนเตรียมปฏิบัติการ ส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้ และส่วนพนักงานเทคนิค (2) ส่วนที่อยู่นอกอาคารเรียน เช่น เรือนเพาะชำหรือห้องเพาะเลี้ยงพืช และห้องเลี้ยงสัตว์เพื่อการศึกษาทดลอง ซึ่งควรอยู่ใกล้กับห้องปฏิบัติการและมีทางเข้าออกได้สะดวก

กรณีที่สถานศึกษามีห้องปฏิบัติการหลายห้อง อาจจะแยกส่วนเตรียมปฏิบัติการ ส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้ และส่วนพนักงานเทคนิคไว้ส่วนละห้องก็ได้

2. การจัดห้องปฏิบัติการ

การจัดห้องปฏิบัติการมีความสำคัญมาก ความพร้อมและความสะดวกต่าง ๆ ที่จัดไว้จะช่วยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยความมั่นใจและได้ผลการทดลองที่ดี การจัดห้องปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ มีข้อแนะนำที่ควรปฏิบัติดังนี้

(1) ขนาดและลักษณะของห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการของสถานศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานควรมีขนาดที่เหมาะสมกับวัยและจำนวนนักเรียน โดยต้องคำนึงถึงความสะดวกในการทำปฏิบัติการและความปลอดภัยของนักเรียน ตามข้อแนะนำดังต่อไปนี้

1) ห้องปฏิบัติการที่มีขนาดเท่ากันทุกห้อง จะช่วยให้การจัดการต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติการทำได้สะดวก เนื่องจากสามารถจัดการให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันและมีความสะดวกในการปรับเปลี่ยนได้ดีกว่าห้องปฏิบัติการที่มีขนาดแตกต่างกัน

2) ห้องปฏิบัติการที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะช่วยให้การดูแล การให้คำแนะนำและการอำนวยความสะดวกทำได้อย่างทั่วถึง ลักษณะห้องปฏิบัติการที่ดีต้องไม่มีซอกและมุมต่าง ๆ และไม่ควรมีเสาอยู่ภายในห้อง

3) ห้องปฏิบัติการที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ต้องมีลักษณะห้องไม่ยาวหรือแคบเกินไป จนทำให้มุมมองจากโต๊ะสาธิตหน้าชั้นเรียนแคบมาก หรือหน้าชั้นและหลังชั้นเรียนอยู่ห่างกันเกินไป โดยทั่วไปควรมีสัดส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวไม่เกิน 1 : 1.2

4) พื้นของห้องปฏิบัติการต้องไม่มีรอยต่อหรือมีรอยต่อน้อยที่สุด พื้นห้องควรทำด้วยวัสดุที่ทนต่อสารเคมี ไขมันและน้ำมันได้ดี ไม่ลื่นเมื่อเปียกน้ำ และพื้นห้องไม่ควรมีสีอ่อนมากเนื่องจากจะเกิดรอยเปื้อนได้ง่าย หรือมีสีเข้มมากจนทำให้ความสว่างของห้องลดน้อยลง

การกำหนดขนาดของห้องปฏิบัติการจะขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียน และความซับซ้อนของการทำปฏิบัติการ ได้มีผู้เสนอแนวทางในการคำนวณหาขนาดของห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม คือ ควรมีพื้นที่สำหรับให้นักเรียนทำปฏิบัติการ**คนละประมาณ 1.8 ตารางเมตร** และมีพื้นที่ส่วนที่ใช้ร่วมกันเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง 36 ตารางเมตร

ระดับปานกลาง 26 ตารางเมตร และระดับพื้นฐาน 16 ตารางเมตร ซึ่งอาจสร้างเป็นสูตรสำเร็จเพื่อคำนวณหาพื้นที่ของห้องปฏิบัติการได้ดังนี้

ระดับสูง พื้นที่ 36 + 1.8 เท่าของจำนวนนักเรียน (ตารางเมตร)

ระดับปานกลาง พื้นที่ 26 + 1.8 เท่าของจำนวนนักเรียน (ตารางเมตร)

ระดับพื้นฐาน พื้นที่ 16 + 1.8 เท่าของจำนวนนักเรียน (ตารางเมตร)

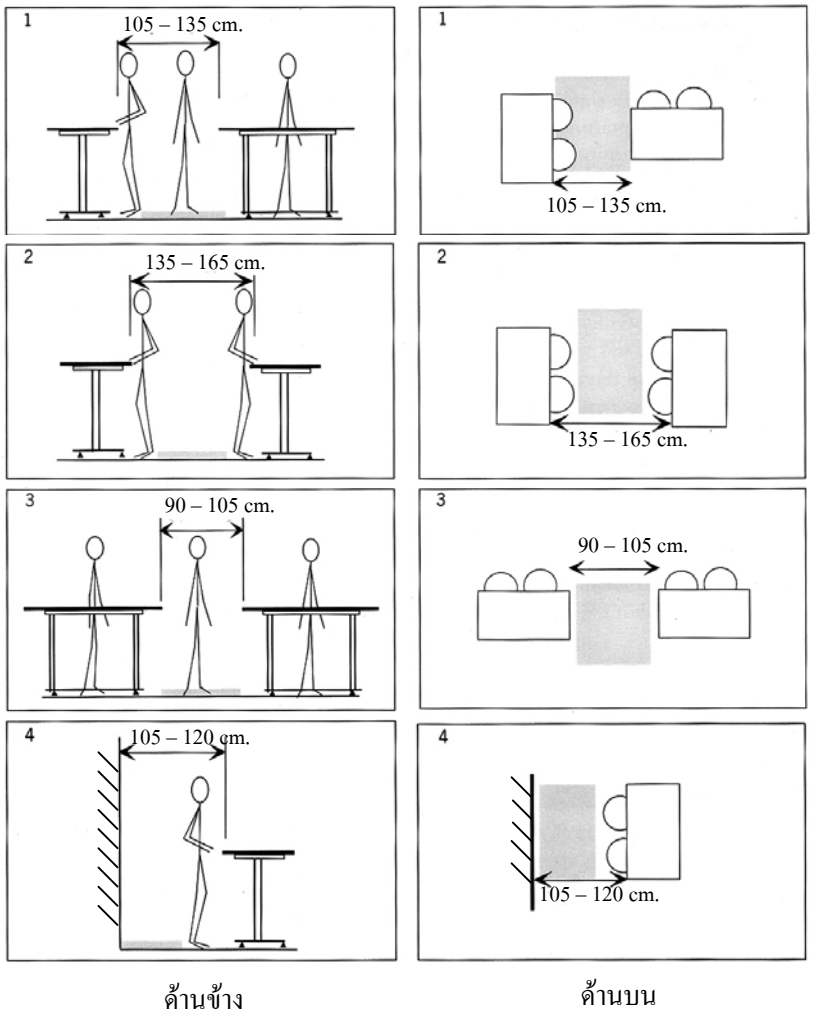
ห้องปฏิบัติการสำหรับระดับประถมศึกษา (ป.1 – ป.6) ที่นักเรียนมีขนาดของลำตัวเล็ก ยังไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่ทำปฏิบัติการมากก็อาจใช้ขนาดห้องระดับพื้นฐาน ส่วนห้องปฏิบัติการระดับมัธยมศึกษา (ม.1 – ม.6) ควรใช้พื้นที่ตามระดับปานกลางหรือระดับสูง เนื่องจากนักเรียนมีขนาดของลำตัวใหญ่ต้องใช้พื้นที่ทำปฏิบัติการมากขึ้น รวมทั้งกิจกรรมปฏิบัติการก็มีความซับซ้อนมากขึ้นด้วย

(2) การจัดพื้นที่ในห้องปฏิบัติการ

การจัดห้องปฏิบัติการต้องคำนึงถึงการแบ่งส่วนของพื้นที่ เพื่อจัดครุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับกิจกรรมในการทำปฏิบัติการ โดยทั่วไปห้องปฏิบัติการควรมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

1) พื้นที่เพื่อการสาธิตหรืออธิบาย บริเวณหน้าชั้นเรียนของห้องปฏิบัติการควรมีโต๊ะสาธิตสำหรับครู และมีพื้นที่ว่างโดยรอบเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้ฟังการอธิบาย การรวมกลุ่มดูการสาธิตและการนำเสนอผลการทดลอง และแต่ละห้องควรมีบอร์ดหรือกระดานดำไว้ใกล้กับโต๊ะสาธิตด้วย

2) พื้นที่ทำปฏิบัติการ บริเวณที่ใช้เป็นพื้นที่ทำปฏิบัติการจัดเป็นส่วนของห้องที่มีพื้นที่มากที่สุด ประกอบด้วย โต๊ะทำปฏิบัติการที่จัดวางไว้ให้มีมุมของการมองเห็นโต๊ะสาธิตได้กว้างมากที่สุด การจัดโต๊ะทำปฏิบัติการสำหรับนักเรียนที่ทำกิจกรรมรวมกันเป็นกลุ่มทำได้หลายรูปแบบ โดยต้องมีพื้นที่ว่างรอบโต๊ะให้นักเรียนสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างสะดวก โต๊ะทำปฏิบัติการควรอยู่ห่างกัน 90 – 165 เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนโต๊ะและการจัดวางเก้าอี้ ตัวอย่างการจัดพื้นที่ระหว่างโต๊ะทำปฏิบัติการแสดงได้ดังรูป 4



รูป 4 ตัวอย่างแผนผังแสดงการจัดพื้นที่ระหว่างโต๊ะทำปฏิบัติการ

3) พื้นที่สำหรับวางสิ่งของและติดตั้งอ่างน้ำ บริเวณที่ติดกับผนังห้องปฏิบัติการด้านหนึ่งควรมีชั้นวางสิ่งของและติดตั้งอ่างน้ำ ในกรณีที่มีโต๊ะทำปฏิบัติการไม่เพียงพอก็สามารถใช้ชั้นที่ติดตั้งอ่างน้ำแทนโต๊ะทำปฏิบัติการได้ด้วย ในบางกรณีอาจจัดอ่างน้ำไว้ในบริเวณเดียวกันก็ได้

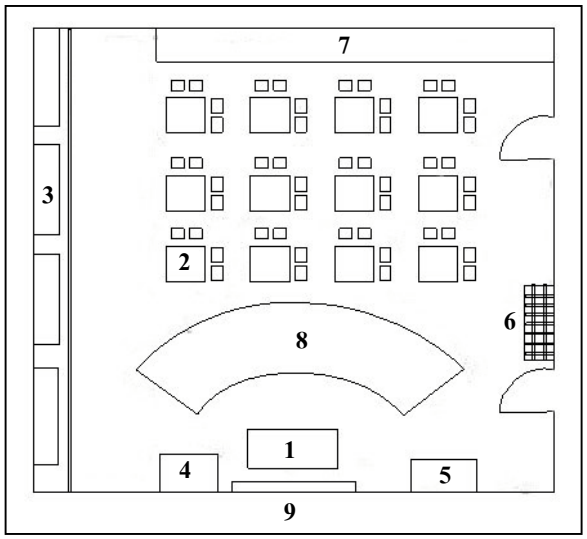
4) พื้นที่สำหรับติดตั้งตู้ควัน การติดตั้งตู้ควันควรอยู่ในบริเวณที่นักเรียนใช้ได้สะดวก และไม่อยู่ในบริเวณทางเดินเข้าออกหรือทางหนีไฟ ตู้ควันชนิดเคลื่อนที่ได้ก็จะช่วยให้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถเคลื่อนย้ายไปใช้กับห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ได้ด้วย

5) พื้นที่สำหรับเครื่องฉายภาพนิ่ง คอมพิวเตอร์ และสื่อเทคโนโลยี ควรจัดวางเครื่องฉายภาพนิ่ง คอมพิวเตอร์ และสื่อเทคโนโลยี เพื่อการสาธิตหรือนำเสนอผลงานไว้ในบริเวณใกล้เคียงกับโต๊ะสาธิต

6) พื้นที่วางชั้นหรือตู้จัดเก็บสิ่งของ แฟ้ม และเอกสารของนักเรียน ควรจัดเก็บสิ่งของ แฟ้ม และเอกสารต่างๆ ที่ไม่อนุญาตให้นำเข้ามาในห้องปฏิบัติการไว้ในบริเวณส่วนหน้าของห้องปฏิบัติการ โดยมีตู้หรือชั้นเก็บที่จัดไว้อย่างเป็นระเบียบและอาจจำเป็นต้องมีกุญแจด้วย

7) พื้นที่จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์หรือทำกิจกรรมเสริม บริเวณที่จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์หรือบริเวณที่ใช้ทำกิจกรรมเสริม ควรอยู่ติดผนังห้องปฏิบัติการด้านใดด้านหนึ่งหรือบริเวณหลังชั้นเรียน ส่วนการเก็บวัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและต้องใช้อยู่เสมอก็อาจจำเป็นต้องติดตั้งกุญแจล็อคไว้ด้วย

ตัวอย่างการจัดพื้นที่ในห้องปฏิบัติการแสดงได้ดังรูป 5



รายการส่วนประกอบในห้องปฏิบัติการ

1. โต๊ะสาธิต
2. โต๊ะทำปฏิบัติการ
3. ชั้นวางของและอ่างน้ำ
4. ตู้ควัน
5. เครื่องฉายภาพนิ่ง คอมพิวเตอร์และสื่อเทคโนโลยี
6. ที่เก็บสิ่งของ แฟ้มและเอกสาร
7. ที่เก็บวัสดุอุปกรณ์/ทำกิจกรรมเสริม
8. บริเวณที่ใช้สรุป/สาธิต
9. บอร์ด/กระดานดำ

รูป 5 ตัวอย่างแผนผังแสดงการจัดห้องปฏิบัติการ

3. ครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นห้องที่จัดไว้ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้เช่นเดียวกับห้องเรียนอื่น จึงจำเป็นต้องมีครุภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

(1) โต๊ะสาธิต

โต๊ะสาธิตในห้องปฏิบัติการควรตั้งไว้หน้าห้องเรียนเพื่อให้ครูใช้สาธิตการทดลอง ควรมีขนาดใหญ่และยกพื้นให้สูงกว่าโต๊ะทำปฏิบัติการของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นการสาธิตได้อย่างชัดเจน โต๊ะสาธิตควรเป็นแบบที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ และสามารถจะติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับสาธิตการทดลอง รวมทั้งโสตทัศนวัสดุอุปกรณ์ประกอบการสอนด้วย โดยทั่วไปบนโต๊ะสาธิตจะติดตั้งอ่างน้ำ ท่อแก๊ส เต้ารับไฟฟ้าศักย์สูง 220 โวลต์ (เต้ารับไฟฟ้าศักย์ต่ำกระแสตรงและกระแสสลับ 2 – 24 โวลต์ อาจติดตั้งไว้ในบางห้องปฏิบัติการ แต่ไม่จำเป็นต้องมีทุกห้องปฏิบัติการ) เครื่องฉายภาพนิ่ง และคอมพิวเตอร์ไว้ด้วย โต๊ะสาธิตควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 0.75×1.65 เมตร และสูง 0.90 เมตร (ความสูงนี้ไม่รวมความสูงของพื้นที่ยกขึ้นอีก 10 – 15 เซนติเมตร)

ในกรณีที่ไม่มีโต๊ะสาธิต อาจใช้โต๊ะรูปแบบเดียวกับโต๊ะทำปฏิบัติการที่มีความสูงและความกว้างมากกว่าโต๊ะทำปฏิบัติการ รวมทั้งมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพิ่มขึ้นด้วย

(2) เก้าอี้และโต๊ะทำปฏิบัติการ

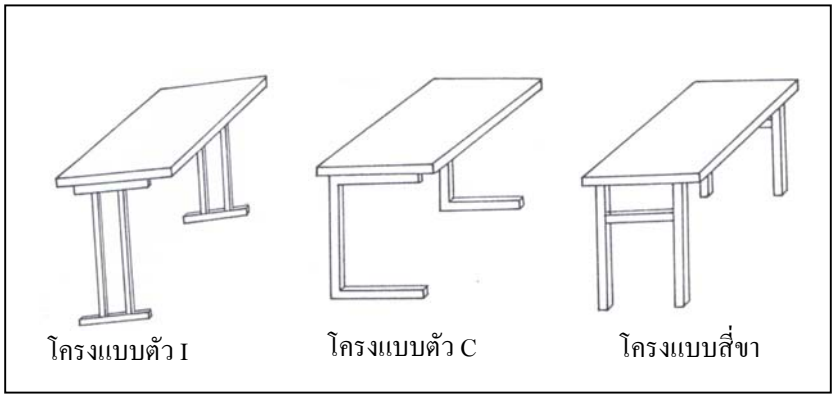
เก้าอี้และโต๊ะในห้องปฏิบัติการต้องออกแบบให้มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากที่ใช้ในห้องเรียนตามปกติ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและการใช้ประโยชน์ พื้นผิวของโต๊ะทำปฏิบัติการควรทำด้วยไม้หรือวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีได้ดี ไม่ดูดซึมน้ำและสามารถซ่อมแซมโดยการขัดหรือเคลือบใหม่ได้ ข้อแนะนำเกี่ยวกับเก้าอี้และโต๊ะทำปฏิบัติการมีดังนี้

1) เก้าอี้ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการต้องมีรูปร่างและลักษณะที่นั่งได้สบาย สะดวกต่อการลุกนั่งในขณะทำปฏิบัติการ ควรใช้พลาสติกหรือยางหุ้มขาเก้าอี้เพื่อให้ตั้งบนพื้นได้อย่างมั่นคง โต๊ะทำปฏิบัติการควรสูงกว่าเก้าอี้ในช่วง 24 – 27 เซนติเมตร และควรเป็นเก้าอี้แบบไม่มีพนักที่สามารถปรับระดับความสูงได้

2) โต๊ะทำปฏิบัติการที่ใช้อยู่ทั่วไปมีพื้นที่ 3 ขนาด คือ 1) ขนาดเล็ก มีพื้นที่ทำปฏิบัติการไม่น้อยกว่า 0.3 ตารางเมตร/คน 2) ขนาดกลาง มีพื้นที่ทำปฏิบัติการไม่น้อยกว่า 0.36 ตารางเมตร/คน และ 3) ขนาดใหญ่ มีพื้นที่ทำปฏิบัติการไม่น้อยกว่า 0.56 ตารางเมตร/คน ความสูงของโต๊ะโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 0.75 – 0.85 เมตร สัดส่วนขนาดของโต๊ะทำปฏิบัติการ กำหนดได้ดังนี้

ขนาดเล็กมีสัดส่วนระหว่าง กว้าง : ยาว เท่ากับ 0.6 : 1.2 เมตร
ขนาดกลางมีสัดส่วนระหว่าง กว้าง : ยาว เท่ากับ 0.6 : 1.5 เมตร
ขนาดใหญ่มีสัดส่วนระหว่าง กว้าง : ยาว เท่ากับ 0.75 : 1.5 เมตร

3) โครงของโต๊ะควรทำด้วยไม้หรือโลหะที่มีความแข็งแรงมั่นคงมีโครงของขาโต๊ะแบบตัว I แบบตัว C หรือแบบสี่ขาก็ได้ โต๊ะที่มีสี่ขาจะมีความมั่นคงมากที่สุด แต่ก็อาจทำให้เกะกะได้ถ้าห้องปฏิบัติการมีขนาดเล็ก สำหรับรูปแบบของโต๊ะทำปฏิบัติการ อาจเป็นแบบติดตั้งถาวรหรือแบบย้ายได้ ตัวอย่างโครงของโต๊ะทำปฏิบัติการแสดงได้ดังรูป 6



รูป 6 ตัวอย่างโครงของโต๊ะทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

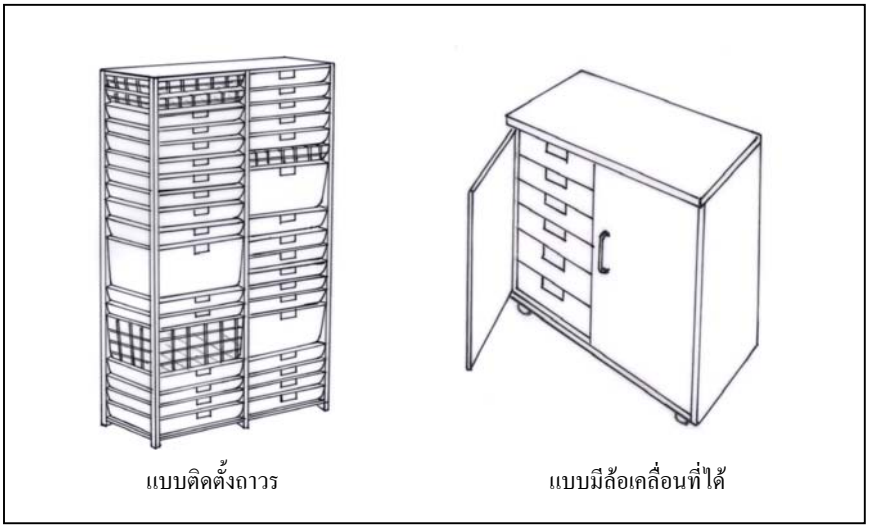
(3) ตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี

ตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีจัดเป็นครุภัณฑ์ที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ ควรจัดวางไว้ติดผนังด้านใดด้านหนึ่งของห้องปฏิบัติการ การออกแบบควรคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องการจัดเก็บด้วย ชั้นที่ใช้จัดเก็บสิ่งต่าง ๆ ควรมีหลายขนาดที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ อาจเป็นรูปแบบของตู้และชั้นที่ติดตั้งถาวรแบบมีรางเลื่อนหรือไม่มีรางเลื่อนหรือแบบมีล้อที่เคลื่อนที่ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของห้องปฏิบัติการและการใช้ประโยชน์ ดังตัวอย่างรูป 7



รูป 7 ตัวอย่างตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีแบบมีรางเลื่อน

ตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี ซึ่งทำด้วยไม้หรือโลหะเป็นชั้น ๆ สำหรับวางตะกร้าใส่วัสดุอุปกรณ์ โดยออกแบบให้มีล้อเคลื่อนที่ได้หรือติดตั้งถาวร มีรูปร่างลักษณะที่แสดงได้ดังรูป 8



รูป 8 ตัวอย่างตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีแบบมีล้อเคลื่อนที่ได้และแบบติดตั้งถาวร

(4) ป้ายนิเทศ

ป้ายนิเทศเป็นส่วนสนับสนุนการเรียนรู้จากการทำปฏิบัติการ ที่สร้างความภาคภูมิใจให้แก่นักเรียนจากการนำเสนอผลงานที่ทำสำเร็จ สถานที่จัดแสดงผลงานของนักเรียนอาจมีเพียงเฉพาะป้ายนิเทศ หรือจัดเป็นบริเวณให้วางชิ้นงานต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและวัตถุประสงค์ของการจัดห้องปฏิบัติการด้วย

(5) ตู้ควัน

ตู้ควันเป็นครุภัณฑ์ที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการเคมีที่มีแก๊สหรือควันเกิดขึ้น หรือเพื่อใช้เตรียมสารเคมีบางชนิด ตู้ควันที่ใช้กันโดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

1) แบบติดตั้งถาวร การติดตั้งตู้ควันแบบนี้ต้องให้อยู่ห่างจากทางเดินและทางหนีไฟ โดยมีบริเวณที่ว่างรอบๆ เพื่อให้นักเรียนสังเกตการทดลองได้อย่างชัดเจน

2) แบบเคลื่อนที่ได้ เป็นแบบที่เคลื่อนย้ายไปใช้ในห้องปฏิบัติการได้หลายห้อง ตู้ควันแบบเคลื่อนที่ได้มี 2 ระบบ คือ

1. ระบบที่ใช้ท่อดูดสู่ภายนอกและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กำจัดควันที่ติดอยู่กับอาคาร

2. ระบบวงจรปิดที่มีส่วนกรองควันติดตั้งอยู่ภายในตู้ควัน ตู้ควันระบบนี้จะต้องตรวจสอบและเปลี่ยนที่กรองควันตามกำหนดเวลาที่ระบุไว้

ตัวอย่างตู้ควันที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แสดงได้ดังรูป 9



รูป 9 ตัวอย่างตู้ควันแบบเคลื่อนที่ได้ระบบวงจรปิด

4. การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศของห้องปฏิบัติการ

สภาพแวดล้อมและบรรยากาศของห้องปฏิบัติการเกี่ยวข้องโดยตรงกับความปลอดภัย และสุขภาพของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ ข้อแนะนำการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศเป็นดังนี้

(1) การระบายอากาศ

ห้องปฏิบัติการต้องมีอากาศบริสุทธิ์เช่นเดียวกับอากาศภายนอก ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการควรเปลี่ยนความคิดที่ว่า **"กลิ่นของสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องปกติธรรมดา"** ซึ่งจัดเป็นความคิดที่ไม่ถูกต้องและต้องยอมรับว่า **"กลิ่นสารเคมีในห้องปฏิบัติการเตือนให้รู้ว่าอาจมีอันตรายจากสารเคมีเกิดขึ้นได้"** จึงต้องให้ความสำคัญต่อการระบายอากาศเป็นอย่างมาก ข้อแนะนำเพื่อการจัดระบบระบายอากาศในห้องปฏิบัติการเป็นดังนี้

1) อากาศในห้องปฏิบัติการต้องถ่ายเทได้ดี มีการระบายอากาศผ่านทางประตู หน้าต่างหรือช่องระบายอากาศ โดยออกแบบประตูและหน้าต่างหรือช่องระบายอากาศให้อยู่ในทิศทางที่เหมาะสม และมีจำนวนเพียงพอ

2) ติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพื่อช่วยระบายอากาศให้หมุนเวียนได้ดียิ่งขึ้น

3) ติดตั้งเครื่องดูดอากาศเพื่อช่วยระบายอากาศ ไอ แก๊สหรือความร้อนออกจากห้องปฏิบัติการ เพื่อกำจัดสารไม่ให้ตกค้างอยู่ในห้องและช่วยให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาแทนที่ได้รวดเร็วขึ้น

4) ติดตั้งตู้ควัน เพื่อใช้ในการทำปฏิบัติการกับสารที่มีควัน กลิ่น หรือมีความร้อนเกิดขึ้น

(2) ความร้อน

ความร้อนที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ จากปฏิกิริยาเคมี เชื้อเพลิงให้ความร้อน หรือจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิด จัดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอุบัติภัยหรือเกิดไฟไหม้ได้ การดูแลและป้องกันที่ดีจะช่วยให้การใช้ห้องปฏิบัติการมีความปลอดภัยและสร้างความมั่นใจในการทำปฏิบัติการ ข้อแนะนำเพื่อการจัดระบบป้องกันความร้อนเป็นดังนี้

1) ห้องปฏิบัติการทุกห้องต้องมีมาตรฐานการก่อสร้างที่คำนึงถึงความปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องไม่อยู่ในอาคารที่อับทึบ ร้อนอบอ้าว หรือมีอาคารอื่นกั้นทิศทางลม ใช้วัสดุก่อสร้างที่ไม่เก็บความร้อน มีทางเดินเข้าออกและประตูปิดเปิดที่ใช้ได้สะดวก

2) แหล่งพลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่ก่อให้เกิดพลังงานความร้อน เมื่อใช้งานแล้วจะต้องมีระบบการจัดเก็บและการดูแลรักษาที่ดี มีบริเวณที่จัดไว้สำหรับอุปกรณ์แต่ละชนิดเพื่อให้สามารถระบายความร้อนได้ และไม่ให้มีความร้อนสะสมอยู่จนทำให้เกิดไฟไหม้ได้

3) จัดระบบป้องกันไฟไหม้ โดยให้มีอุปกรณ์ดับเพลิงอยู่ประจำทุกห้องปฏิบัติการ และต้องตรวจสอบสภาพการใช้งานของอุปกรณ์ดับเพลิงเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

(3) ความสว่าง

ความสว่างมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับห้องปฏิบัติการ การทำการทดลองในบริเวณที่มีความสว่างอย่างเพียงพอ จะช่วยให้มองเห็นผลการทดลองได้ชัดเจนและช่วยให้ไม่เสียสายตา ข้อแนะนำเกี่ยวกับความสว่างของห้องปฏิบัติการมีดังนี้

1) ความสว่างจากภายนอกต้องสามารถส่องผ่านเข้าไปในห้องปฏิบัติการได้อย่างเหมาะสมและทั่วถึง

2) ในกรณีที่มีความสว่างไม่เพียงพอ ต้องติดตั้งหลอดไฟฟ้าในบริเวณที่ต้องการให้มีความสว่างเพิ่มขึ้นอย่างเพียงพอ

3) ควบคุมความสว่างของห้องโดยใช้ม่านกั้นแสงที่ส่องเข้ามามากเกินไป หรือใช้ม่านช่วยปรับแสงที่ผ่านเข้ามาในช่วงเวลาต่าง ๆ ของวันได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้สามารถใช้ห้องปฏิบัติการได้ตลอดทั้งวัน

4) วัสดุที่ใช้ทำครุภัณฑ์และตกแต่งในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งพื้นของโต๊ะทำปฏิบัติการต้องมีลักษณะไม่สะท้อนแสงหรือเป็นมันวาว ไม่ควรใช้สีอ่อน เช่น สีขาวซึ่งสะท้อนแสงได้ดีจนทำให้ห้องดูสว่างมากเกินไป หรือใช้สีเข้ม เช่น สีดำซึ่งดูดกลืนแสงได้มากจนทำให้ห้องดูมืดทึบ

5. การจัดระบบสาธารณูปโภคในห้องปฏิบัติการ

ระบบสาธารณูปโภคที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้า ระบบน้ำ และระบบแก๊ส ข้อแนะนำในการจัดการกับระบบการใช้งานและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

(1) ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ามีความสำคัญมากสำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สถานศึกษาจึงควรจัดให้มีระบบไฟฟ้าที่ใช้ได้อย่างปลอดภัย โดยต่อระบบไฟฟ้าจากสายเมนใหญ่เข้าสู่ห้องปฏิบัติการโดยตรงหรือผ่านแผงควบคุมวงจรไฟฟ้าที่แยกออกจากส่วนอื่นของอาคาร การวางระบบไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการต้องคำนึงถึงความปลอดภัย โดยใช้สายไฟที่มีขนาดใหญ่เพียงพอกับกำลังไฟฟ้าที่ใช้ สายไฟต้องไม่เก่า ชำรุดหรือมีรอยแตกร้าว สายที่ต่อขั้วต้องแข็งแรง ไม่หลุดง่าย ข้อแนะนำในการจัดระบบไฟฟ้ามีดังนี้

1) ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าของแต่ละห้องปฏิบัติการ ควรแยกจากกันเพื่อให้สะดวกในการตรวจสอบ

2) ระบบควบคุมการใช้กระแสไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการ ควรแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนให้แสงสว่างและส่วนที่ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมบำรุง

3) มิเตอร์ไฟฟ้าของสถานศึกษา จะต้องรับกำลังไฟฟ้าได้สูงกว่ากำลังไฟฟ้ารวมที่จะต้องใช้ในห้องปฏิบัติการ มีการเดินสายไฟตามขนาดมาตรฐานของการไฟฟ้าและต้องติดตั้งสายดินไว้ด้วย

4) เต้ารับไฟฟ้าที่ใช้**ควรเป็นแบบควบคุมสองชั้น**โดยมีสวิตช์เปิด – ปิดเฉพาะที่ ควรติดตั้งเต้ารับไว้ในระดับเดียวกับผนังห้องและอยู่ในบริเวณที่ห่างจากอ่างน้ำมากพอสมควร

(2) ระบบน้ำ

ระบบน้ำมีความจำเป็นอย่างมากต่อห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการเคมีและชีววิทยา เพื่อใช้ในการทำปฏิบัติการและทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ระบบน้ำที่ใช้ในห้องปฏิบัติการควรแยกเป็นระบบน้ำดีที่ประกอบด้วยอ่างน้ำ ก๊อกน้ำและท่อน้ำดี กับระบบน้ำทิ้งที่ประกอบด้วยท่อน้ำทิ้งและระบบกำจัดน้ำเสีย (ถ้ามี) อ่างน้ำในห้องปฏิบัติการควรเป็นประเภทหลุมลึกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจตุรัส ทำจากกระเบื้องเคลือบเพื่อป้องกันการกัดกร่อน ส่วนท่อน้ำทิ้งควรทำด้วยวัสดุที่ป้องกันการกัดกร่อนจากการเกิดปฏิกิริยากับสารที่อยู่ในน้ำทิ้ง ข้อแนะนำในการจัดระบบน้ำมีดังนี้

1) หัวก๊อกเปิด – ปิดน้ำ ควรทำด้วยวัสดุที่เคลือบด้วยสารคงทนต่อการกัดกร่อน มีคอที่สูงพอเหมาะกับการใช้ประโยชน์ได้สะดวก

2) ท่อน้ำทิ้งควรทำด้วยสารพอลิโพรพิลีน ติดตั้งในระดับที่ทำให้ระบายน้ำได้ดีและอยู่ในบริเวณที่บำรุงรักษาได้ง่าย

3) มีจำนวนอ่างน้ำในห้องปฏิบัติการประมาณ 1 อ่างต่อนักเรียนไม่เกิน 6 คน



รูป 10 ตัวอย่างอ่างน้ำที่ติดตั้งระบบน้ำแบบฝังติดในตู้ทึบ

ในกรณีที่เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ อาจใช้ระบบน้ำทิ้งของห้องปฏิบัติการรวมกับระบบน้ำทิ้งของโรงเรียนก็ได้

(3) ระบบแก๊ส (กรณีที่มีระบบแก๊สและใช้ร่วมกันทั้งห้อง)

ระบบแก๊สมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการทำปฏิบัติการ การจัดระบบแก๊สในห้องปฏิบัติการจะต้องระมัดระวังเรื่องความปลอดภัยเป็นพิเศษ จึงต้องให้ความสำคัญกับการวางระบบติดตั้งและการเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของระบบแก๊สด้วย ข้อแนะนำในการจัดระบบแก๊สมีดังนี้

1) การติดตั้งระบบแก๊สต้องแยกส่วนออกจากระบบไฟฟ้าและระบบน้ำ โดยมีวาล์วควบคุมอัตโนมัติติดตั้งอยู่ในบริเวณที่เข้าถึงได้ง่าย ส่วนระบบการเปิด – ปิดแก๊สที่โต๊ะทำปฏิบัติการ ควรจัดให้อยู่ในบริเวณที่ใช้งานได้สะดวกและมีความปลอดภัย

2) การติดตั้งท่อแก๊ส ต้องเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยของการใช้แก๊สเพื่อการปฏิบัติการทดลอง ส่วนของท่อแก๊สต้องยึดติดอย่างมั่นคง

3) ต้องตรวจสอบอุปกรณ์ของระบบการจ่ายแก๊สและท่อแก๊สอย่างสม่ำเสมอ ไม่น้อยกว่าปีละ 2 ครั้ง

4) หัวแก๊สต้องเป็นประเภทคุณภาพสูง ที่มีขั้นตอนการเปิด – ปิด 2 ขั้น ไม่มีรอยต่อที่ทำให้เกิดแก๊สรั่วหรือเกิดรอยแตกเมื่อใช้เป็นเวลานาน และมีการบอกตำแหน่งหรือทิศทางการหมุนวาล์วเปิด – ปิด ไว้อย่างชัดเจน

6. การจัดห้องเสริมปฏิบัติการ

การจัดห้องเสริมปฏิบัติการควรคำนึงถึงจำนวนนักเรียนและจำนวนห้องปฏิบัติการ การจัดห้องเสริมปฏิบัติการมีเป้าหมายสำคัญเพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนด้านปฏิบัติการดำเนินไปอย่างราบรื่น จำนวนและขนาดของห้องเสริมปฏิบัติการเป็นดังนี้

(1) ห้องเสริมปฏิบัติการที่อยู่ในอาคารเรียน

การจัดห้องเสริมปฏิบัติการที่อยู่ภายในอาคารเรียนทำได้หลายลักษณะ ในกรณีที่มีห้องเป็นจำนวนมาก ก็อาจจัดแยกแต่ละส่วนของห้องเสริมปฏิบัติการเป็นห้องเดี่ยวได้ ในกรณีที่มีห้องไม่เพียงพอก็อาจจัดรวมอยู่ในห้องเดียวกันและแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) ส่วนจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

ส่วนจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีอาจจัดเป็นห้องเฉพาะ หรือใช้พื้นที่ส่วนหนึ่งของส่วนเตรียมปฏิบัติการก็ได้ ในกรณีที่ใช้ห้องเตรียมปฏิบัติการเป็นส่วนจัดเก็บสารเคมีก็จะต้องระมัดระวังในการจัดเก็บสารเคมีประเภทที่มีอันตรายให้มากยิ่งขึ้นด้วย โดยใช้ตู้หรือชั้นที่ทำด้วยวัสดุทนไฟและจัดไว้ในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก ครุภัณฑ์ในส่วนนี้ควรมีเท่าที่จำเป็น (ดังรูป 11) โดยมีข้อแนะนำในการจัดส่วนเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีดังนี้

1. ส่วนจัดเก็บสารเคมีควรเป็นห้องโปร่งที่มีประตูเข้าออกได้สะดวกและอากาศถ่ายเทได้ดี พื้นห้องทำด้วยวัสดุที่ไม่ดูดสารเคมีและไม่ติดไฟได้ง่าย

2. ชั้นเก็บสารเคมีควรมีความสูงไม่เกินระดับศีรษะ ทำด้วยสารที่ทนต่อการกัดกร่อน มีพื้นที่เพียงพอในการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

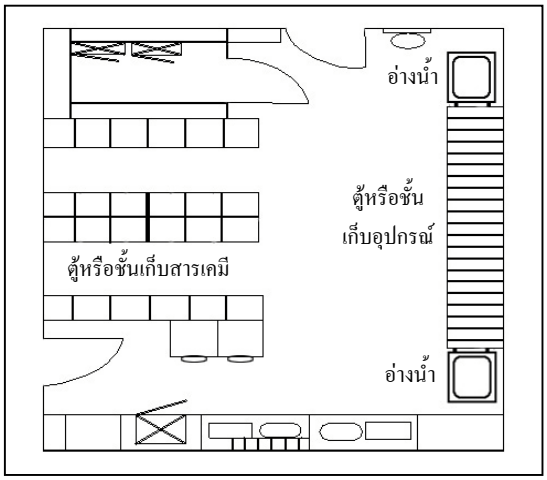
3. ถ้าต้องเก็บวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ในการทดลองและสารเคมีไว้ในห้องเดียวกัน จะต้องจัดแยกส่วนของพื้นที่ออกจากกันอย่างชัดเจน

4. ต้องจัดเก็บสารเคมีแยกเป็นหมวดหมู่อย่างมีระบบตามชนิดหรือประเภทของสาร ควรเก็บแยกสารที่ไวไฟและสารที่เป็นพิษออกจากกันและให้อยู่ใน

บริเวณที่ห่างจากสารอื่น โดยเก็บไว้ในตู้ที่ทำด้วยวัสดุทนไฟและทนต่อการกัดกร่อน **และไม่ควรเก็บสารไวไฟที่เป็นของเหลวไว้มากกว่า 50 ลิตร**

5. ส่วนจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีควรมีรถเข็น (ขนาดมาตรฐาน กว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ 75 × 100 × 70 เซนติเมตร) เพื่อใช้ในการขนย้ายอุปกรณ์หรือสารเคมีอย่างน้อย 1 คัน

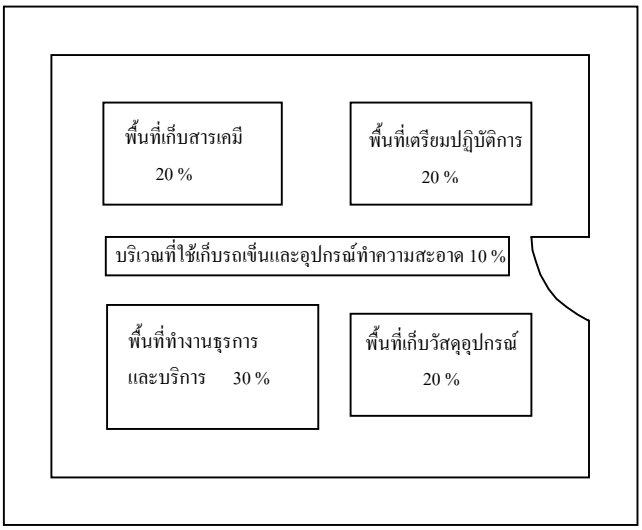
6. จัดให้มีบริเวณใช้น้ำอยู่มุมใดมุมหนึ่งของห้อง เพื่อใช้ทำความสะอาดหรือล้างมือเมื่อจับภาชนะ/ขวดบรรจุสารเคมี



รูป 11 ตัวอย่างการจัดห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

2) ส่วนเตรียมปฏิบัติการ

ส่วนเตรียมปฏิบัติการควรอยู่ติดกับห้องปฏิบัติการ เพื่อให้แต่ละห้องปฏิบัติการสามารถใช้ส่วนเตรียมปฏิบัติการร่วมกันได้ การแบ่งพื้นที่ของส่วนเตรียมปฏิบัติการ อาจมีสัดส่วนเป็นพื้นที่เตรียมปฏิบัติการ 20 % พื้นที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ 20 % พื้นที่เก็บสารเคมี 20 % พื้นที่เก็บอุปกรณ์อำนวยความสะดวกและทำความสะอาด 10 % และพื้นที่สำหรับงานธุรการและการบริการ 30 % ดังตัวอย่างรูป 12



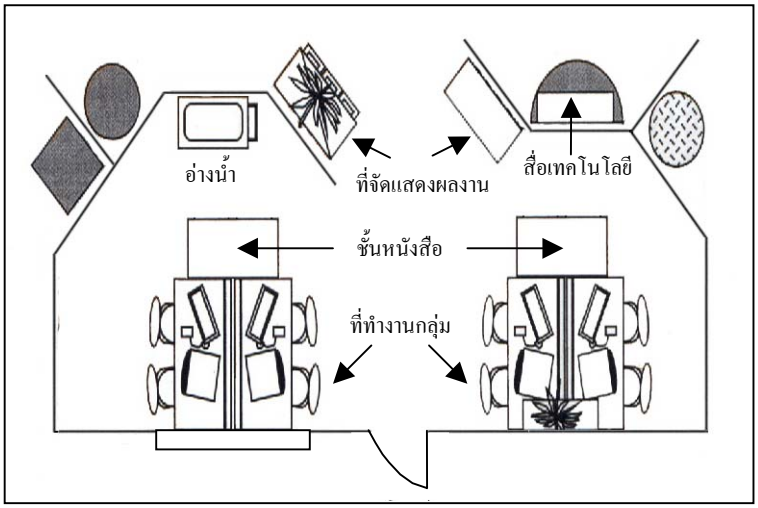
รูป 12 ตัวอย่างการจัดแบ่งพื้นที่ภายในส่วนเตรียมปฏิบัติการ

3) ส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้

ส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้ ซึ่งอาจจัดให้รวมไว้ในส่วนเดียวกันหรือจัดแยกทั้งสองส่วนออกจากกันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับความพร้อมของสถานศึกษา

ส่วนแสดงผลงาน เป็นที่แสดงผลงานจากการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งอาจใช้ทำการทดลองหรือทำโครงงานที่ต้องใช้เวลาต่อเนื่องกันนาน ซึ่งเป็นการศึกษาเพิ่มเติมนอกเหนือจากในชั้นเรียนปกติ ภายในส่วนนี้จะมีลักษณะเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการขนาดเล็ก ครุภัณฑ์และวัสดุอุปกรณ์ที่จัดไว้ประกอบด้วย โต๊ะทำปฏิบัติการ พร้อมอ่างน้ำและท่อระบายน้ำ ปลั๊กไฟ หัวแก๊สและอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นต่อการทดลองหรือแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ มีบอร์ดเคลื่อนที่หรือบอร์ดติดผนังถาวรเพื่อจัดแสดงผลงานของนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ

แหล่งเรียนรู้ควรจัดให้อยู่ระหว่างกลางของห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้เป็นที่รวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศที่มีประโยชน์ เช่น หนังสือ สารสนเทศ คอมพิวเตอร์ และถ้าเป็นไปได้ควรมีคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมโยงกับเครือข่ายข้อมูลภายนอกได้ด้วย ครุภัณฑ์ในส่วนนี้ประกอบด้วย โต๊ะคอมพิวเตอร์ ชั้นเก็บหนังสือ โต๊ะและเก้าอี้นั่งศึกษาค้นคว้า



รูป 13 ตัวอย่างส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้

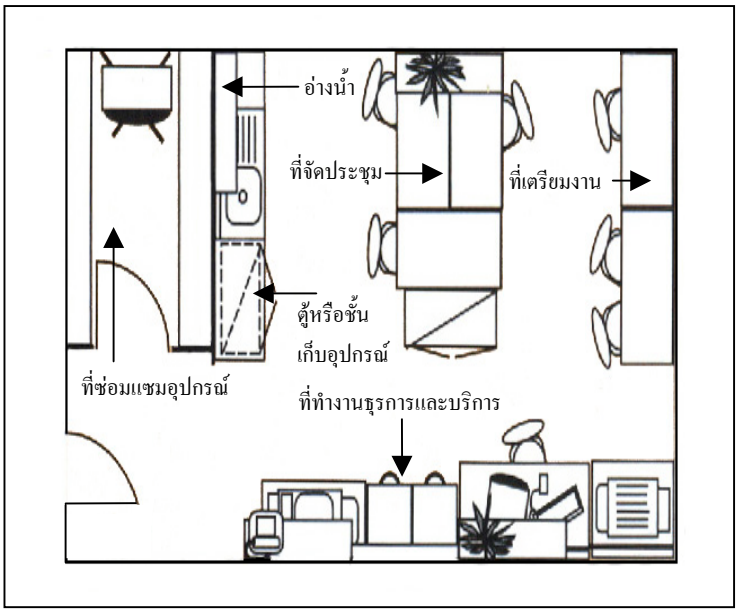
4) ส่วนพนักงานเทคนิค

ส่วนพนักงานเทคนิคควรอยู่ใกล้หรืออยู่ในบริเวณเดียวกับส่วนเตรียมปฏิบัติการและห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อความสะดวกในการเตรียมการปฏิบัติการและอำนวยความสะดวกในการทำปฏิบัติการ พื้นที่ภายในส่วนพนักงานเทคนิคอาจแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. ใช้เพื่อเตรียมงานในการทำปฏิบัติการ โดยทั่วไปมีครุภัณฑ์ที่ประกอบด้วย ตู้เย็น ตู้ควัน อ่างน้ำพร้อมระบบระบายน้ำทิ้ง และมีวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการทดลอง

2. ใช้เพื่อการประกอบหรือซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุด ในส่วนนี้จะประกอบด้วย ตู้หรือชั้นจัดเก็บอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ

3. ใช้เพื่อการทำงานด้านธุรการและบริการ โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในงานธุรการต่าง ๆ เช่น แฟ้มเก็บข้อมูลที่ช่วยควบคุมการให้บริการต่าง ๆ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ วีดิทัศน์



รูป 14 ตัวอย่างการจัดพื้นที่ทำงานของพนักงานเทคนิค

(2) ห้องเสริมปฏิบัติการที่อยู่นอกอาคารเรียน

ส่วนเสริมปฏิบัติการที่อยู่นอกอาคารเรียน ใช้เป็นสถานที่เพื่อการเตรียมและเลี้ยงสิ่งมีชีวิตในการทำปฏิบัติการ ดังนี้

1) เรือนเพาะชำหรือห้องเพาะเลี้ยงพืช

เรือนเพาะชำมีความจำเป็นในการทำปฏิบัติการชีววิทยาและการเรียนรู้เกี่ยวกับพืช หรืออาจใช้เป็นแหล่งเรียนรู้เพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ลักษณะของเรือนเพาะชำต้องโปร่ง สะอาดและไม่รกรุงรัง เพื่อป้องกันไม่ให้เป็นที่อยู่ของสัตว์และเชื้อโรคได้ และจัดให้เป็นสัดส่วนตามประโยชน์ใช้สอย (ดังรูป 15) ข้อแนะนำในการจัดเรือนเพาะชำมีดังนี้

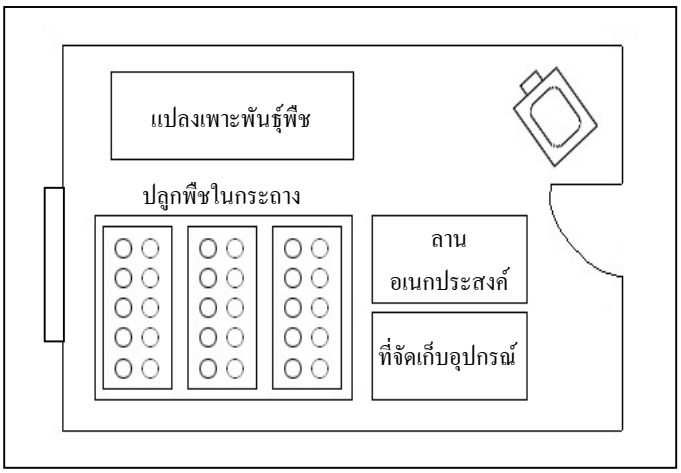
1. เรือนเพาะชำต้องอยู่ไม่ไกลจากห้องปฏิบัติการที่ใช้พืชจากเรือนเพาะชำและเป็นบริเวณที่ได้รับแสงแดดอย่างเหมาะสม

2. วัสดุก่อสร้างเรือนเพาะชำควรทำด้วยไม้ อะลูมิเนียม หรือซีเมนต์ และอาจใช้วัสดุประเภทกระจกหรือพลาสติกเป็นส่วนประกอบ โดยออกแบบให้สามารถมองเห็นได้อย่างทั่วถึง

3. บรรยากาศของเรือนเพาะชำมีความปลอดโปร่ง อากาศถ่ายเทได้ดี มีหน้าต่างและช่องให้อากาศผ่านได้สะดวก **และไม่ควรใช้เครื่องปรับอากาศ**

4. อุปกรณ์ไฟฟ้า สายไฟ เต้ารับ ที่ใช้ในเรือนเพาะชำต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด การติดตั้งระบบไฟฟ้าต้องคำนึงถึงความปลอดภัย โดยสามารถป้องกันน้ำได้เป็นอย่างดี

5. ระบบน้ำต้องมีการจัดการที่มีประสิทธิภาพ มีน้ำใช้ในทุกพื้นที่ของเรือนเพาะชำ โดยต้องคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ด้วยความประหยัด



รูป 15 ตัวอย่างเรือนเพาะชำหรือห้องเพาะเลี้ยงพืช

ในกรณีที่มีการจัดระบบนิเวศจำลอง การเพาะเลี้ยงพืชหรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น ไฮดรา อะมีบา พารามีเซียม ที่ไม่สามารถแพร่พันธุ์ติดต่อสู่มนุษย์ ก็สามารถจัดไว้ในอาคารเรียนได้ แต่ต้องระมัดระวังการรบกวนจากสารเคมีที่ใช้ด้วย

2) ห้องเลี้ยงสัตว์

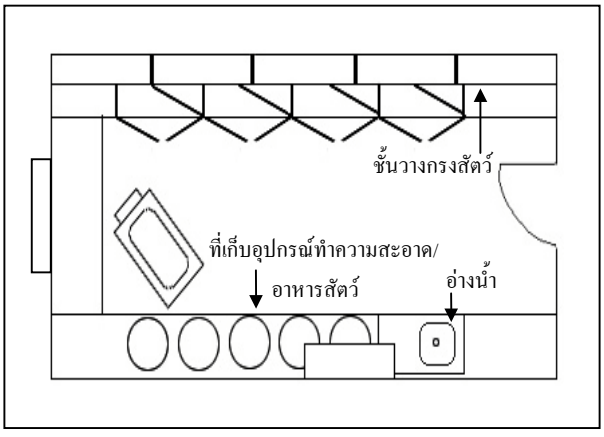
ห้องเลี้ยงสัตว์อาจมีความจำเป็นสำหรับการทำปฏิบัติการทางชีววิทยา หรือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ห้องเลี้ยงสัตว์จะต้องอยู่ในบริเวณที่ปลอดภัย สะดวกในการเข้าไปดูแลและไม่เป็นที่รบกวนต่อการเรียนการสอน ข้อแนะนำทั่วไปในการจัดทำห้องเลี้ยงสัตว์มีดังนี้

1. สภาพห้องเลี้ยงสัตว์ต้องมีความสว่าง มีแสงแดดส่องในบางช่วงเวลา อากาศถ่ายเทได้ดี มีตาข่ายกันแมลงที่จะเข้าไปรบกวนสัตว์เลี้ยง มีไฟฟ้าและน้ำใช้

2. พื้นห้องทำด้วยวัสดุไม่ลื่น ไม่เก็บฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกและออกแบบให้สามารถล้างได้ง่าย โดยมีท่อระบายน้ำที่ทำให้น้ำเสียระบายออกได้ดี เพื่อไม่ให้เกิดการหมักหมม และทำความสะอาดได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว

3. ชั้นวางกรงสัตว์ควรมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และปรับระดับได้ตามขนาดของสัตว์เลี้ยง ส่วนความยาวขึ้นอยู่กับจำนวนและประเภทของสัตว์ที่เลี้ยง

4. ชั้นปฏิบัติการเป็นบริเวณที่นำสัตว์ทดลองมาศึกษาเฉพาะเรื่องหรือสังเกตการณ์อย่างต่อเนื่อง ขนาดของชั้นปฏิบัติการควรมีความกว้างในช่วง 40 – 60 เซนติเมตร และมีความยาวเหมาะสมกับห้อง ติดตั้งหรือจัดไว้ห่างจากผนังห้องประมาณ 10 เซนติเมตร ทำด้วยไม้หรือโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ใต้ชั้นปฏิบัติการอาจจัดเป็นที่เก็บอุปกรณ์ทำความสะอาดและอาหารสัตว์ ควรมีอ่างน้ำใกล้ชั้นปฏิบัติการด้วย



รูป 16 ตัวอย่างการจัดห้องเลี้ยงสัตว์

7. การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการมีความสำคัญอย่างสูงต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การทำปฏิบัติการที่ให้ประโยชน์สูงสุดต่อนักเรียนจะต้องมีการบริหารจัดการที่ดี มีการวางแผนการดำเนินงานและคำนึงถึงปัจจัยด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

(1) ด้านบุคลากร

ผู้บริหารสถานศึกษา ครู และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับชั้นควรรับผิดชอบงานบริหารจัดการ ดูแลควบคุม และสร้างบรรยากาศการเรียนการสอน ให้ผลการเรียนรู้เป็นไปตามหลักสูตรทั้งสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ การใช้ห้องปฏิบัติการร่วมกันหลายกลุ่มจะต้องมีการจัดตารางการใช้ห้อง และมีผู้รับผิดชอบอย่างชัดเจน และอาจกำหนดบทบาทหน้าที่ให้มีหัวหน้าผู้ดูแลและผู้ใช้ห้องปฏิบัติการไว้อย่างชัดเจนในภาระงานต่อไปนี้

1) การเบิกจ่ายวัสดุอุปกรณ์

2) การจัดทำระเบียนวัสดุอุปกรณ์ ครุภัณฑ์ และสารเคมี

3) การจัดซื้อ การควบคุม และการใช้วัสดุสิ้นเปลือง สารเคมี

4) การซ่อมแซม แก้ไข และจัดจำหน่ายตามความเหมาะสม

5) การดูแล บำรุงรักษาห้องปฏิบัติการ ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ ครุภัณฑ์ และรายงานการชำรุดเสียหายต่อหัวหน้าหรือผู้รับผิดชอบ

(2) ด้านงบประมาณ

การกำหนดงบประมาณค่าใช้จ่ายประจำปีที่เกี่ยวข้องกับการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่จำเป็นต้องใช้เพื่อการทำปฏิบัติการของสถานศึกษานั้น โครงการที่ขอใช้งบประมาณอาจเกี่ยวข้องกับการพัฒนาอาคารสถานที่ ครุภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และการซ่อมบำรุง จึงจำเป็นต้องระบุแหล่งที่มาของงบประมาณให้เหมาะสมและเป็นไปตามระเบียบการใช้เงิน ที่อาจเป็นงบประมาณแผ่นดิน เงินบำรุงการศึกษา เงินอื่นๆ ที่ได้จากการบริจาค หรือการสนับสนุนของผู้ปกครองและชุมชน ครูวิทยาศาสตร์ทุกคนจึงควรมีส่วนร่วมนำเสนอโครงการด้วย

โดยมีขั้นตอนการดำเนินการเกี่ยวกับการขอใช้งบประมาณในส่วนของครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีดังนี้

1) จัดทำข้อมูลสารสนเทศที่เป็นปัจจุบัน เกี่ยวกับครุภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

2) สำรวจความต้องการจำเป็นในการจัดซื้อและจัดซ่อม

3) สำรวจราคาในปัจจุบันของสิ่งที่ต้องจัดซื้อและจัดซ่อม

4) ประมาณการขอซื้อวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี การซ่อมบำรุงครุภัณฑ์ และวัสดุถาวรของห้องปฏิบัติการ

5) จัดทำงบประมาณของโครงการ และแผนพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ทั้งการเรียนการสอนตามปกติและโครงการพิเศษ

รายการที่ต้องตรวจสอบปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งค่าใช้จ่าย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำงบประมาณประจำปี มีดังนี้

1. อุปกรณ์ เครื่องใช้ วัสดุถาวร
2. วัสดุสิ้นเปลืองและสารเคมี
3. ครุภัณฑ์ วัสดุสำนักงานและเครื่องมือซ่อมบำรุง
4. วัสดุที่ซื้อเก็บไว้ไม่ได้ และของสดต่าง ๆ
5. ค่าแก๊ส เชื้อเพลิง น้ำ และไฟฟ้า
6. ค่าหนังสือและเอกสารในการศึกษาค้นคว้า

(3) การจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วัสดุถาวร วัสดุสำนักงาน วัสดุสิ้นเปลือง สารเคมี ของสดเพื่อการทดลอง มีวิธีการจัดซื้อจัดการที่แตกต่างกัน การดำเนินการจัดซื้อหรือจัดหาจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก โดยต้องคำนึงถึงข้อแนะนำต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) การจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ทั่วไป จะต้องดำเนินการตามระเบียบของทางราชการและตามนโยบายของสถานศึกษา ผู้จัดซื้อต้องศึกษา ทำความเข้าใจและปฏิบัติตามระเบียบการจัดซื้อ โดยคำนึงถึงความประหยัดและประโยชน์ที่จะได้รับ การจัดซื้อควรดำเนินการล่วงหน้าเพื่อให้ทันต่อการใช้งาน และควรจัดซื้อแต่ละ

รายการเพียงครั้งเดียวให้พอใช้ตลอดปี ยกเว้นวัสดุหรือสารเคมีบางชนิดที่เสื่อมสภาพได้ง่ายจึงควรซื้อตามความจำเป็นเมื่อต้องการใช้งาน

2) การจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองซึ่งไม่สามารถจัดซื้อไว้ล่วงหน้าได้ เช่น น้ำแข็ง น้ำแข็งแห้ง ผลไม้ ผักหรือสิ่งมีชีวิตอื่นที่ใช้ในการทดลอง ควรขออนุมัติการเบิกค่าใช้จ่ายดำเนินการจัดซื้อสิ่งเหล่านี้ไว้ล่วงหน้าตามที่กำหนดไว้ในแผนปฏิบัติงานประจำปี

(4) การจัดทำระเบียนและการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

การทำระเบียนและการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีจัดเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ การวางแผนการจัดเก็บและจัดทำระเบียนอย่างเป็นระบบจะช่วยให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและประหยัดเวลาในการค้นหา รวมทั้งยังสามารถควบคุมและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้อีกด้วย

1) การจัดทำระเบียนรายชื่อวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

การทำระเบียนวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการทุกห้อง มีประโยชน์ต่อการควบคุมและตรวจสอบจำนวนที่เป็นปัจจุบัน การกำหนดรหัสของวัสดุอุปกรณ์โดยมีรายละเอียดของราคา ที่จัดเก็บหรือแหล่งจำหน่ายจะช่วยให้มีข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ครบถ้วน จึงมีความสะดวกที่จะจัดซ่อมตามกำหนดเวลาที่เหมาะสม

ตัวอย่างระเบียนวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

(1) รหัส	(2) ชื่อวัสดุอุปกรณ์	(3) ราคาต่อหน่วย (บาท)	(4) ที่จัดเก็บ	(5) ชื่อบริษัทที่จำหน่าย และที่อยู่
21-056-02-43	ออสซิลโลสโคป	50,000	ตู้ 38	……..

หมายเหตุ

(1) การกำหนดรหัสสามารถทำได้หลายแบบ ในที่นี้จะใช้รหัสตัวเลข 9 ตำแหน่งมีความหมาย ดังนี้

ตำแหน่งที่ 1 ห้องปฏิบัติการที่ 1, 2, 3, ……9

ตำแหน่งที่ 2 ประเภทอุปกรณ์ 1, 2, 3, ……9

ตำแหน่งที่ 3 – 5 รายการที่ 1 ถึง 999 ของอุปกรณ์ประเภทนั้น

ตำแหน่งที่ 6 – 7 จำนวนชุดของอุปกรณ์รายการนั้น 1 ถึง 99

ตำแหน่งที่ 8 – 9 ปี พ.ศ. ที่จัดซื้อ

(2) รหัสตัวอย่าง 21 – 056 – 02 – 43 แปลความหมาย ดังนี้

2 อุปกรณ์นี้อยู่ในห้องปฏิบัติการห้องที่ 2

1 อุปกรณ์นี้เป็นอุปกรณ์ทางฟิสิกส์

056 อุปกรณ์นี้เป็นรายการที่ 56 ของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์

02 อุปกรณ์นี้มีจำนวน 2 ชุด

43 อุปกรณ์นี้จัดซื้อในปีงบประมาณ 2543

การทำระเบียนวัสดุอุปกรณ์จะทำหลังการจัดซื้อ และตรวจรับมาแล้ว เมื่อได้เลขรหัสให้นำมาติดไว้กับวัสดุอุปกรณ์ด้วย และตรวจสอบไม่ให้หลุดหายไปเป็นประจำทุกปี

2) ข้อแนะนำการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. การจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์

การจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ทั้งประเภทเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ที่ประกอบมาจากวัตถุอื่นๆ จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและการใช้ประโยชน์ วัสดุอุปกรณ์พวกที่ใช้งานอยู่เสมอหรือที่ใช้นานครั้งก็ควรจัดแยกกันไว้ สำหรับวัสดุที่มีคู่มือการใช้และดูแลรักษา จะต้องเก็บคู่มือเหล่านี้ให้เป็นระบบและเป็นหมวดหมู่ในตู้จัดเก็บโดยเฉพาะเพื่อสะดวกในการค้นหา และควรทำสำเนาคู่มืออุปกรณ์ทุกชิ้นวางไว้กับอุปกรณ์นั้นด้วย การเก็บอุปกรณ์เกี่ยวกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ควรแยกประเภทตามสาขาวิชาหรือหมวดหมู่ เพื่อความสะดวกในการใช้และดูแลรักษา อุปกรณ์ในแต่ละสาขาวิชาที่ใช้กันอยู่ทั่วไปควรจัดแยกประเภทดังนี้

อุปกรณ์ทางฟิสิกส์ ประกอบด้วย เครื่องวัดทางไฟฟ้า อุปกรณ์เกี่ยวกับการทดลองทางกลศาสตร์ ความร้อน แสง เสียง แม่เหล็กไฟฟ้า และอุปกรณ์เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์

อุปกรณ์ทางเคมี ประกอบด้วย เครื่องชั่งประเภทต่าง ๆ pH มิเตอร์ อ่างน้ำร้อน ตู้อบไฟฟ้า สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ เครื่องปั่นแยก อุปกรณ์เหล่านี้ควรเก็บไว้ในบริเวณมิดชิดที่ป้องกันฝุ่นละอองได้ โดยจัดให้เป็นหมวดหมู่และอยู่ห่างจากสารเคมีด้วย

อุปกรณ์ทางชีววิทยา ประกอบด้วย กล้องจุลทรรศน์ประเภทต่าง ๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน กล้องจุลทรรศน์เหล่านี้ควรเก็บไว้ในที่อากาศถ่ายเทได้ดี ไม่มีแสงแดด ฝุ่นละออง และความชื้น ถ้าต้องนำมาใช้งานอยู่เสมอควรเก็บในตู้ที่สูงจากพื้นห้องประมาณ 1 เมตร เพื่อสะดวกในการหยิบใช้ และภายในตู้ต้องมีซิลิกาเจลสำหรับดูดความชื้นไว้ด้วย ถ้าต้องเก็บกล้องจุลทรรศน์ไว้เป็นเวลานานควรเก็บไว้ในตู้ที่สร้างด้วยวัสดุทนไฟ ภายในมีหลอดไฟฟ้าเพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 40 – 50°C หรืออุณหภูมิที่เหมาะสมการรักษาคุณภาพของอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ ตู้เก็บอุปกรณ์ควรทำเป็นช่องหรือติดตะแกรงเพื่อให้อากาศภายในและภายนอกหมุนเวียนกันได้

2. การจัดเก็บสารเคมี

การจัดเก็บสารเคมีที่ดีจะช่วยป้องกันไม่ให้มีอันตรายเกิดขึ้น ตามปกติไม่ควรเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการหรือห้องเตรียมปฏิบัติการ และไม่ควรเก็บสารเคมีไว้ในปริมาณมากเกินความจำเป็น **การจัดเก็บไม่ได้หมายถึงเพียงแต่วางสารเคมีไว้ในบริเวณที่ปลอดภัยเท่านั้น** แต่จำเป็นต้องมีระบบการจัดเก็บตามประเภทและสมบัติของสาร และต้องตรวจความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ พร้อมทั้งตรวจสภาพของภาชนะที่ใช้บรรจุซึ่งอาจผุกร่อนจนเกิดการรั่วไหล หรือเก็บไว้ในบริเวณที่ไม่เหมาะสมก็อาจเกิดการเสื่อมสภาพได้ ข้อแนะนำในการจัดเก็บสารเคมีมีดังนี้

การปิดฉลาก ภาชนะที่บรรจุสารเคมีทุกชนิดจะต้องปิดฉลากชื่อของสารและข้อแนะนำเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารชนิดนั้น ๆ ไว้ด้วย และต้องระวังไม่ให้ฉลากบนภาชนะหลุดหาย ในกรณีที่ต้องการถ่ายเทสารเคมีใส่ภาชนะใหม่ก็ต้องทำฉลากเหล่านี้ติดไว้ด้วยเช่นกัน

การแยกเก็บสารเคมีตามประเภทของสารชนิดต่าง ๆ โดยทั่วไปการจัดเก็บสารเคมีใช้ระบบการจัดตามกลุ่มของตัวอักษร และตามประเภทความเป็นอันตรายของสาร เช่น สารไวไฟ กรด สารมีพิษและกัดกร่อน ควรแยกจัดเก็บไว้เฉพาะที่

การจัดเก็บแยกไว้บนชั้น ชั้นสำหรับเก็บขวดสารเคมีควรปรับระดับได้ ทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของสารเคมีที่เก็บ ภาชนะขนาดใหญ่ควรจัดไว้ชั้นล่าง สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับน้ำได้ควรใส่ถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง และต้องทำความสะอาดภายนอกของขวดบรรจุสารเคมีอยู่เสมอ ควรเก็บสารเคมีที่เป็นของเหลวหรือสารละลายแยกออกจากสารเคมีที่เป็นของแข็ง และไม่ควรเก็บสารเคมีที่เป็นของเหลวหรือสารละลายไว้สูงกว่าระดับสายตา

การเก็บในตู้เย็น ตู้เย็นจัดเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการเพื่อใช้เก็บสารเคมีบางประเภทที่ต้องการอุณหภูมิต่ำเพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเสื่อมสภาพของสารเคมี เพื่อลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือการระเหยของสาร การเลือกใช้ตู้เย็นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเก็บสารเคมี สารที่ไม่ไวไฟสามารถเก็บไว้ในตู้เย็นธรรมดาทั่วไปได้ แต่สารไวไฟจะต้องเก็บไว้ในตู้เย็นที่ออกแบบเฉพาะ ซึ่งไม่มีสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิหรือหลอดไฟฟ้าอยู่ภายใน เพราะอาจทำให้เกิดประกายไฟที่ทำให้สารเหล่านั้นเกิดการระเบิดได้จากไอของสารไวไฟที่สะสมอยู่ในตู้เย็น

การเก็บสารเคมีแยกไว้โดยเฉพาะ สารเคมีบางประเภทที่มีอันตรายเฉพาะตัว ต้องจัดเก็บแยกไว้โดยเฉพาะ เช่น สารระเหยง่าย สารมีพิษ สารกัดกร่อน สารไวไฟ สารที่เกิดปฏิกิริยากับสารอื่นบางชนิดอย่างรุนแรง ซึ่งจะต้องมีเครื่องหมายเตือนอันตรายของสารอันตรายประเภทต่าง ๆ ติดไว้ด้วย และสถานที่จัดเก็บต้องมีความเหมาะสม มีการระบายอากาศที่ดี มีทางเข้าออกสะดวก มีทางหนีไฟและมีระบบเตือนภัย รวมทั้งมีอุปกรณ์ดับเพลิง

โดยทั่วไปไม่ควรใช้ห้องเก็บสารเคมีเพื่อการเตรียมสาร เนื่องจากอาจเกิดปัญหาการปนเปื้อนได้ และต้องรักษาความสะอาดห้องนี้อย่างสม่ำเสมอ การจัดเก็บสารประเภทอันตรายซึ่งจะมีเครื่องหมายเตือนความเป็นอันตราย และใช้สีเป็นสัญลักษณ์ให้เห็นได้อย่างชัดเจนด้วย (ดูตารางตัวอย่างสีที่ใช้เป็นสัญลักษณ์แสดงประเภทของอันตรายและแนวทางการจัดเก็บในหัวข้อ 7 ของตอนที่ 3)

ตอนที่ 2
เกณฑ์การประเมินมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การกำหนดที่ตั้งเพื่อใช้สร้างห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการเลือกรูปแบบและขนาดของห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมเป็นเรื่องสำคัญมาก สถานศึกษาอาจสร้างห้องปฏิบัติการขึ้นใหม่หรือดัดแปลงห้องเรียนที่มีอยู่เดิมเพื่อใช้เป็นห้องปฏิบัติการก็ได้ ในกรณีที่สถานศึกษาไม่สามารถจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แยกออกเป็นเฉพาะห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา หรือวิทยาศาสตร์กายภาพก็สามารถบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้ใช้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพได้ มาตรฐานของห้องปฏิบัติการที่กำหนดต่อไปนี้จึงเป็นแนวทางสำคัญที่สถานศึกษาสามารถใช้ในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้บรรลุตามเป้าหมาย

มาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในตอนนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้สถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องได้ใช้เป็นแนวทางในการประเมินห้องปฏิบัติการที่มีอยู่แล้วเพื่อปรับปรุงให้มีมาตรฐานสูงขึ้น หรือใช้เป็นแนวทางในการสร้างห้องปฏิบัติการขึ้นใหม่ โดยมีสาระสำคัญที่ต้องพิจารณา 9 มาตรฐานดังต่อไปนี้

1. ขนาดและลักษณะของห้องปฏิบัติการ
2. ครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ
3. การระบายอากาศของห้องปฏิบัติการ
4. ความสว่างของห้องปฏิบัติการ
5. ระบบไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบไฟฟ้า)
6. ระบบน้ำของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบน้ำ)
7. ระบบแก๊สของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบแก๊ส)
8. การจัดห้องเสริมปฏิบัติการ
9. การบริหารจัดการและความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

แต่ละมาตรฐานจะประกอบด้วยคุณลักษณะที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดห้องปฏิบัติการ และระดับของการจัดมาตรฐานดังรายละเอียดของแต่ละมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

มาตรฐาน 1 ขนาดและลักษณะของห้องปฏิบัติการ

มาตรฐานด้านขนาดและลักษณะของห้องปฏิบัติการมีสาระสำคัญ ดังนี้

1.1 รูปร่างของห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการควรเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีสัดส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวประมาณ 1.0 : 1.2 และไม่มีส่วนที่เป็นมุมอับหรือมีเสาของอาคารเรียนอยู่กลางห้อง

1.2 พื้นของห้องปฏิบัติการ พื้นของห้องปฏิบัติการต้องเรียบ ไม่มีรอยต่อที่ทำให้สะดุดได้ วัสดุที่ใช้ทำพื้นห้องต้องไม่ลื่นและดูดซับน้ำได้ และควรเลือกใช้สีทำพื้นห้องที่เหมาะสมโดยไม่เน้นสีเข้มหรือสีอ่อนมากเกินไป

1.3 พื้นที่ทำปฏิบัติการ ภายในห้องปฏิบัติการควรจัดให้มีพื้นที่ทำปฏิบัติการสำหรับทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ประกอบด้วย บริเวณสาธิต บริเวณที่ต้องใช้น้ำในระหว่างทำปฏิบัติการ บริเวณทำปฏิบัติการกลุ่ม บริเวณจัดเก็บสิ่งของเครื่องใช้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี และบริเวณที่ใช้เตรียมงานเพื่อทำปฏิบัติการในการเรียนการสอนจริง

1.4 ขนาดของห้องปฏิบัติการ ขนาดของห้องปฏิบัติการต้องเหมาะสมกับจำนวนนักเรียนและระดับช่วงชั้นเรียน โดยแบ่งขนาดของห้องปฏิบัติการเป็น 3 ระดับ ดังนี้

(1) ระดับพื้นฐานมีพื้นที่ 16 + 1.8 เท่าของจำนวนนักเรียน (ตารางเมตร)

(2) ระดับปานกลางมีพื้นที่ 26 + 1.8 เท่าของจำนวนนักเรียน (ตารางเมตร)

(3) ระดับสูงมีพื้นที่ 36 + 1.8 เท่าของจำนวนนักเรียน (ตารางเมตร)

1.5 การจัดครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ จัดครุภัณฑ์ไว้ในบริเวณที่สะดวกต่อการนำมาใช้ทำปฏิบัติการ โดยคำนึงถึงความสะอาดเรียบร้อยและสวยงาม ครุภัณฑ์ที่จำเป็นในห้องปฏิบัติการประกอบด้วย โต๊ะสาธิต เก้าอี้และโต๊ะทำปฏิบัติการ ตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี อ่างน้ำ

<u>มาตรฐานที่กำหนด</u>

มาตรฐานระดับสูง เป็นไปตามข้อ 1.1 – 1.3, 1.4 (3) และ 1.5

มาตรฐานระดับปานกลาง เป็นไปตามข้อ 1.1 – 1.3 และ 1.4 (2)

มาตรฐานระดับพื้นฐาน เป็นไปตามข้อ 1.1 – 1.3 และ 1.4 (1)

มาตรฐาน 2 ครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ

มาตรฐานด้านครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการมีสาระสำคัญ ดังนี้

2.1 โต๊ะสาธิต โต๊ะสาธิตสำหรับให้ครูใช้สาธิตการทดลองควรจัดไว้หน้าห้องเรียน บนโต๊ะอาจมีโสตทัศนวัสดุอุปกรณ์ประกอบการสอน เช่น อ่างน้ำ ท่อแก๊สเต้ารับ เครื่องฉายภาพนิ่งติดตั้งไว้ด้วย โต๊ะสาธิตควรสูงกว่าโต๊ะทำปฏิบัติการของนักเรียน ในระดับที่ช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนขณะทำการสาธิต

2.2 เก้าอี้และโต๊ะทำปฏิบัติการ เก้าอี้และโต๊ะทำปฏิบัติการต้องมีจำนวนเพียงพอสำหรับนักเรียนใช้ทำปฏิบัติการ เก้าอี้ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการควรเป็นเก้าอี้แบบไม่มีพนักพิงและสามารถปรับระดับความสูงได้ โต๊ะทำปฏิบัติการที่ใช้เป็นกลุ่มอาจจัดเป็นแบบติดตั้งถาวรหรือใช้โต๊ะเรียนจัดวางเรียงกันให้มีพื้นที่บนโต๊ะได้ระนาบเดียวกันแทนก็ได้ โครงสร้างเก้าอี้และโต๊ะทำปฏิบัติการต้องมีความมั่นคง แข็งแรงและปลอดภัย ควรจัดให้มีพื้นที่ของโต๊ะทำปฏิบัติการ 0.3 – 0.56 ตารางเมตรต่อนักเรียน 1 คน การวางโต๊ะทำปฏิบัติการควรมีระยะห่างที่นักเรียนสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างสะดวก

2.3 ตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี ตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีควรทำด้วยไม้หรือโลหะ ที่มีขนาดเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการเก็บและพื้นที่ของห้องปฏิบัติการ โครงสร้างของตู้และชั้นต้องมั่นคงแข็งแรง สามารถปรับระดับชั้นแต่ละชั้นได้อย่างเหมาะสม สำหรับชั้นเก็บสารเคมีที่กัดกร่อนได้ เช่น กรดเบส ควรบุด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน



2.4 อ่างน้ำ อ่างน้ำต้องมีขนาดตามมาตรฐาน ทำด้วยวัสดุที่ทนสารเคมี ความร้อน และใช้งานขณะทำปฏิบัติการได้สะดวก ระบบน้ำใช้และระบบน้ำทิ้งต้องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ท่อน้ำต้องไม่ผุกร่อนหรือมีรอยรั่ว โดยเฉลี่ยควรมีอ่างน้ำ 1 อ่าง ต่อ นักเรียน 6 คน

2.5 ป้ายนิเทศ ป้ายนิเทศสำหรับนำเสนอผลงาน ติดประกาศหรือประชาสัมพันธ์เผยแพร่ความรู้ มีลักษณะเป็นบอร์ดติดผนังห้องหรือบอร์ดแบบเคลื่อนที่ได้ จัดวางไว้ในบริเวณห้องปฏิบัติการที่มองเห็นได้ชัดเจน มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย สะอาด และใช้ได้สะดวก

2.6 ตู้ควัน ตู้ควันต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับห้องปฏิบัติการ (ตามรายละเอียดหรือคู่มือของตู้ควันชนิดนั้น) ระบบการดูดอากาศต้องสามารถดูดแก๊สหรือควันออกจากตู้ควันสู่ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำจากวัสดุที่มีความคงทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี

<u>มาตรฐานที่กำหนดสำหรับห้องปฏิบัติการทั่วไป</u>

มาตรฐานระดับสูง	เป็นไปตามข้อ 2.1 – 2.5
มาตรฐานระดับปานกลาง	เป็นไปตามข้อ 2.1 – 2.4
มาตรฐานระดับพื้นฐาน	เป็นไปตามข้อ 2.1 – 2.3

<u>มาตรฐานที่กำหนดสำหรับห้องปฏิบัติการเคมี</u>

มาตรฐานระดับสูง	เป็นไปตามข้อ 2.1 – 2.6
มาตรฐานระดับปานกลาง	เป็นไปตามข้อ 2.1 – 2.4
มาตรฐานระดับพื้นฐาน	เป็นไปตามข้อ 2.1 – 2.3

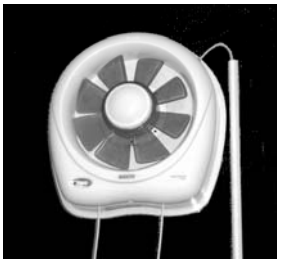
มาตรฐาน 3 การระบายอากาศของห้องปฏิบัติการ

มาตรฐานการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการมีสาระสำคัญ ดังนี้

3.1 ลักษณะทั่วไปในการระบายอากาศ ที่ตั้งห้องปฏิบัติการต้องอยู่ในส่วนของอาคารที่ไม่มีสิ่งก่อสร้างอื่นกั้นลมจนทำให้อากาศไม่ระบาย ประตูและหน้าต่างของห้องปฏิบัติการต้องมีจำนวนเพียงพอ อยู่ในทิศทางเหมาะสมที่ทำให้อากาศถ่ายเทได้ดี และอยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดี

3.2 การระบายอากาศด้วยพัดลม การใช้พัดลมในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ระบายอากาศได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยอาจเปิดพัดลมในบางช่วงเวลาในขณะที่ทำปฏิบัติการหรือหลังการทำปฏิบัติการ พัดลมที่ใช้อาจเป็นแบบติดเพดาน ติดผนังห้อง หรือแบบเคลื่อนที่ได้ตามความเหมาะสมของห้องปฏิบัติการ

3.3 การระบายอากาศด้วยเครื่องดูดอากาศ การใช้เครื่องดูดอากาศในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะช่วยการหมุนเวียนอากาศ และช่วยระบายความร้อนออกจากห้องปฏิบัติการด้วย ทำให้อุณหภูมิของอากาศมีความสม่ำเสมออยู่ตลอดเวลา ควรเลือกตำแหน่งติดตั้งเครื่องดูดอากาศให้เหมาะสมต่อการดูดอากาศออกจากห้องปฏิบัติการ และอากาศที่ถูกดูดออกมาจะต้องไม่รบกวนบริเวณอื่น ๆ



<u>มาตรฐานที่กำหนด</u>

มาตรฐานระดับสูง	เป็นไปตามข้อ 3.1 – 3.3
มาตรฐานระดับปานกลาง	เป็นไปตามข้อ 3.1 – 3.2
มาตรฐานระดับพื้นฐาน	เป็นไปตามข้อ 3.1

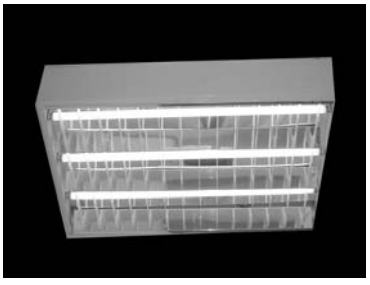
มาตรฐาน 4 ความสว่างของห้องปฏิบัติการ

มาตรฐานความสว่างของห้องปฏิบัติการมีสาระสำคัญ ดังนี้

4.1 ความสว่างที่ได้รับจากภายนอก ห้องปฏิบัติการต้องอยู่ในตำแหน่งของอาคารที่มีแสงสว่างจากภายนอกส่องอย่างพอเหมาะ แต่ต้องไม่ให้แสงแดดส่องเข้าถึงโดยตรง (ในกรณีที่มีแสงส่องโดยตรง ต้องติดม่านหรือกันสาดเพื่อลดความร้อนจากแสงแดด)

4.2 ความสว่างจากการสะท้อนของวัสดุหรือครุภัณฑ์ วัสดุที่เป็นส่วนประกอบของห้องปฏิบัติการ รวมทั้งครุภัณฑ์ภายในห้องปฏิบัติการต้องมีลักษณะไม่ทึบหรือปิดกั้นความสว่างของห้องปฏิบัติการ (ควรเลือกใช้วัสดุที่ระบุไว้ในตอนที่ 1) ซึ่งเป็นวัสดุประเภทไม่เก็บความร้อน และช่วยให้ห้องมีความสว่างอย่างเพียงพอ

4.3 ความสว่างจากแสงไฟฟ้า



ห้องปฏิบัติการควรติดตั้งไฟฟ้าให้ความสว่างอย่างเพียงพอ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและความประหยัด หลอดไฟฟ้าต้องได้รับการดูแลทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้ความสว่างอย่างเต็มประสิทธิภาพ

4.4 ความสว่างจากการใช้อุปกรณ์ปรับแสง ห้องปฏิบัติการอาจมีม่านปรับแสงหรือมีฉากกั้นแสงที่ส่องตรงในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งของวัน รวมทั้งช่วยควบคุมความสว่างของห้องให้เหมาะสมกับการทำกิจกรรมหรือช่วยป้องกันแสงที่จะทำให้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าอายุการใช้งาน



<u>มาตรฐานที่กำหนด</u>

มาตรฐานระดับสูง	เป็นไปตามข้อ 4.1 – 4.4
มาตรฐานระดับปานกลาง	เป็นไปตามข้อ 4.1 – 4.3
มาตรฐานระดับพื้นฐาน	เป็นไปตามข้อ 4.1 – 4.2

มาตรฐาน 5 ระบบไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบไฟฟ้า)

มาตรฐานระบบไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการมีสาระสำคัญ ดังนี้

5.1 การใช้กระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการต้องมีปริมาณรวมกันไม่สูงเกินขนาดที่สายไฟจะรับได้หรือเกินขนาดของมิเตอร์ของสถานศึกษา

5.2 การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า การติดตั้งแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า แผงจ่ายไฟแต่ละจุด สายไฟฟ้า สายดิน และเต้าเสียบของอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ติดตั้งในบริเวณที่เหมาะสม สะดวกต่อการใช้งานและการซ่อมบำรุง ต้องเลือกใช้เต้ารับและเต้าเสียบที่มีความปลอดภัยสูง และไม่ใช้พ่วงต่อกันจนอาจมีอันตรายจากความร้อนสูง หรือกระแสไฟฟ้าลัดวงจร

5.3 ระบบควบคุมไฟฟ้ารวม จัดระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการแยกจากระบบควบคุมไฟฟ้าของห้องเรียนอื่น และแยกระบบควบคุมไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการแต่ละห้องออกจากกัน (ถ้ามีหลายห้อง)

5.4 ระบบควบคุมไฟฟ้าเฉพาะส่วน จัดแยกระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับให้แสงสว่างออกจากระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ

<u>มาตรฐานที่กำหนด</u>

มาตรฐานระดับสูง	เป็นไปตามข้อ 5.1 – 5.4
มาตรฐานระดับปานกลาง	เป็นไปตามข้อ 5.1 – 5.3
มาตรฐานระดับพื้นฐาน	เป็นไปตามข้อ 5.1 – 5.2

มาตรฐาน 6 ระบบน้ำของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบน้ำ)

มาตรฐานระบบน้ำของห้องปฏิบัติการมีสาระสำคัญ ดังนี้

6.1 การวางระบบน้ำ ห้องปฏิบัติการต้องมีระบบน้ำที่ดี มีน้ำสะอาดใช้ตลอดเวลา และมีการระบายน้ำเสียออกได้สะดวก ท่อน้ำต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอให้น้ำไหลได้สะดวก การเดินท่อน้ำในห้องปฏิบัติการจะต้องวางแผนผังให้สะดวกต่อการตรวจสอบและซ่อมบำรุง

6.2 การควบคุมการใช้น้ำ ติดตั้งปั๊มควบคุมระบบน้ำใช้แยกตามอาคารหรือระดับชั้น เพื่อให้สะดวกต่อการควบคุมการใช้น้ำ การตรวจสอบและการบำรุงรักษา

6.3 ท่อน้ำ ควรใช้ท่อน้ำที่ทำด้วยพลาสติกหรือเหล็กกันสนิมที่มีข้อต่อของท่อน้ำทุกส่วนประสานกันอย่างดี ส่วนที่ต้องฝังไว้ใต้ดินจะต้องมีความแข็งแรงและคงทนต่อการรั่วซึม

6.4 อ่างน้ำและก๊อกน้ำ อ่างน้ำและก๊อกน้ำต้องมีคุณภาพสูงและเหมาะสมกับการใช้งานในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้ภาชนะที่ทำด้วยแก้วหรือกระเบื้อง จึงต้องการความสะดวกในการล้างทำความสะอาด นอกจากนี้ควรมีที่กรองกากวัสดุที่อาจหลงเหลือและทำให้ท่ออุดตันได้

<u>มาตรฐานที่กำหนด</u>

มาตรฐานระดับสูง	เป็นไปตามข้อ 6.1 – 6.4
มาตรฐานระดับปานกลาง	เป็นไปตามข้อ 6.1 – 6.3
มาตรฐานระดับพื้นฐาน	เป็นไปตามข้อ 6.1 – 6.2

มาตรฐาน 7 ระบบแก๊สของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบแก๊ส)

มาตรฐานระบบแก๊สของห้องปฏิบัติการมีสาระสำคัญ ดังนี้

7.1 การวางระบบ ระบบการส่งแก๊สที่ใช้ในห้องปฏิบัติการต้องมีมาตรฐานความปลอดภัยสูง สถานที่จัดเก็บถังบรรจุแก๊สเชื้อเพลิงต้องจัดไว้ในบริเวณที่แยกส่วนกับบริเวณอื่นและสามารถเข้าถึงได้สะดวก รวมทั้งต้องตรวจสอบความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ

7.2 ท่อแก๊ส ท่อแก๊สทำจากวัสดุที่มีสมบัติกันความร้อนได้ดี มีขนาดตามมาตรฐานที่เหมาะสมกับแรงดันของแก๊สที่ผ่านท่อแก๊สนั้นและต้องยึดไว้อย่างมั่นคง การเดินท่อแก๊สตามส่วนต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการต้องทำอย่างเรียบร้อยและคำนึงถึงความปลอดภัย

7.3 จุดจ่ายแก๊ส ทุกตำแหน่งที่จ่ายแก๊สเพื่อใช้ในการทำปฏิบัติการจะต้องจัดให้อยู่ในบริเวณที่ใช้ได้สะดวกและปลอดภัย สังเกตเห็นได้ง่ายเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น

7.4 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบในระบบแก๊ส วัสดุที่ใช้ในระบบแก๊สต้องมีคุณภาพสูง ไม่เกิดการผุกร่อนหรือแตกได้ง่าย หัวจ่ายแก๊สและวาล์วเปิด – ปิด ต้องเลือกใช้ที่มีระบบควบคุมอย่างดี มีสัญลักษณ์บอกทิศทางการหมุนแสดงการเปิด – ปิดแก๊สอย่างชัดเจน

<u>มาตรฐานที่กำหนด</u>

มาตรฐานระดับสูง	เป็นไปตามข้อ 7.1 – 7.4
มาตรฐานระดับปานกลาง	เป็นไปตามข้อ 7.1 – 7.3
มาตรฐานระดับพื้นฐาน	เป็นไปตามข้อ 7.1 – 7.2

มาตรฐาน 8 การจัดห้องเสริมปฏิบัติการ

มาตรฐานการจัดห้องเสริมปฏิบัติการมีสาระสำคัญ ดังนี้

8.1 ส่วนจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี การจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกที่จะนำมาใช้ในการทำปฏิบัติการ ต้องจัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีไว้อย่างเป็นระบบ (ตามข้อแนะนำในตอนที่ 3) มีการบันทึกข้อมูลและหลักฐานที่แสดงว่ามีการตรวจสอบสม่ำเสมอ และมีการซ่อมแซมบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติภัย จากมลพิษและความร้อน

8.2 ส่วนเตรียมปฏิบัติการ การแบ่งพื้นที่ส่วนนี้ต้องคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ทั้งการเตรียมการ การจัดวางวัสดุอุปกรณ์ และการทำงานของเจ้าหน้าที่ โดยต้องมีพื้นที่ว่างที่สะดวกในการทำงาน

8.3 ส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้ ส่วนแหล่งเรียนรู้ต้องมีเอกสารค้นคว้าอ้างอิง โต๊ะทำงาน ตู้เอกสาร ชั้นวางของ อ่างน้ำ บอร์ดหรือป้ายนิเทศ และบริเวณให้นักเรียนได้ใช้ปฏิบัติการทดลอง หรือทำโครงงานวิทยาศาสตร์

8.4 ส่วนพนักงานเทคนิค กิจกรรมที่ปฏิบัติในส่วนพนักงานเทคนิคประกอบด้วย งานธุรการ งานบริการ การเตรียมงานปฏิบัติการ การซ่อมแซมอุปกรณ์ การเตรียมสื่อโสตทัศนอุปกรณ์ สื่อเทคโนโลยี

8.5 เรือนเพาะชำ (เฉพาะห้องปฏิบัติการชีววิทยา) เรือนเพาะชำควรจัดให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ในการทดลองเพาะพันธุ์พืชหรือปลูกพืชประเภทต่าง ๆ เพื่อการรวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอในการสรุปและรายงานผล



8.6 ห้องเลี้ยงสัตว์ (เฉพาะห้องปฏิบัติการชีววิทยา) ขนาดและลักษณะของห้องเลี้ยงสัตว์ ควรเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้เพื่อการศึกษาและสะดวกในการดูแล รวมทั้งรักษาความสะอาดได้ง่าย

มาตรฐานที่กำหนดสำหรับห้องปฏิบัติการทั่วไป

มาตรฐานระดับสูง	เป็นไปตามข้อ 8.1 – 8.4
มาตรฐานระดับปานกลาง	เป็นไปตามข้อ 8.1 – 8.3
มาตรฐานระดับพื้นฐาน	เป็นไปตามข้อ 8.1 – 8.2

มาตรฐานที่กำหนดสำหรับห้องปฏิบัติการชีววิทยา

มาตรฐานระดับสูง	เป็นไปตามข้อ 8.1 – 8.6
มาตรฐานระดับปานกลาง	เป็นไปตามข้อ 8.1 – 8.3
มาตรฐานระดับพื้นฐาน	เป็นไปตามข้อ 8.1 – 8.2

มาตรฐาน 9 การบริหารจัดการและความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

มาตรฐานการบริหารจัดการและความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ มีสาระสำคัญ ดังนี้

9.1 ข้อกำหนดการใช้ห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต้องแสดงข้อกำหนด ข้อแนะนำ ระเบียบหรือข้อปฏิบัติต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการได้เข้าใจกฎเกณฑ์และปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง เช่น มีแผนผังแสดงสถานที่และตำแหน่งของเครื่องใช้เกี่ยวกับความปลอดภัย มีข้อควรปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตรายระหว่างการทำปฏิบัติการ

9.2 ลักษณะของห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการต้องมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย ไม่จัดวางสิ่งของต่าง ๆ ไว้ในบริเวณทางเดินซึ่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ โต๊ะทำปฏิบัติการจะต้องมีความสะอาด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนต่าง ๆ ที่อาจทำให้ผลการทำปฏิบัติการคลาดเคลื่อนได้



9.3 การจัดเก็บสารเคมี จัดเก็บสารเคมีไว้อย่างมีระบบระเบียบ จำแนกตามระบบที่กำหนด เช่น ตามประเภทสาร ตามความอันตราย รวมทั้งมีการตรวจสอบอายุการใช้งานของสารเคมีและทำความสะอาดภาชนะอย่างสม่ำเสมอ

9.4 การจัดเก็บอุปกรณ์ จัดเก็บอุปกรณ์อย่างมีระบบ เป็นระเบียบ จำแนกตามหมวดวิชาและความถี่ของการใช้งาน หรือตามประเภท ขนาดและลักษณะของอุปกรณ์

9.5 การติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง อากาศร้อนในห้องปฏิบัติการและการทำปฏิบัติการที่ต้องใช้สารไวไฟอาจก่อให้เกิดไฟไหม้ได้ ห้องปฏิบัติการจึงต้องมีเครื่องดับเพลิงที่มีประสิทธิภาพ ในจำนวนเพียงพอ และติดตั้งไว้ในบริเวณที่ใช้งานได้สะดวก รวมทั้งจะต้องมีการตรวจสอบอายุการใช้งานของอุปกรณ์ดับเพลิงตามคู่มือแนะนำการใช้งาน

9.6 การซ่อมบำรุง วัสดุอุปกรณ์และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ ต้องมีการซ่อมบำรุงให้ใช้งานได้ดีอยู่เสมอ ระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ต้องใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ ครุภัณฑ์ที่ชำรุด และต้องซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ทันที รวมทั้งบันทึกข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ ไว้อย่างครบถ้วน

9.7 การสื่อสาร ติดตั้งทั้งโทรศัพท์ภายนอกและโทรศัพท์ภายในไว้ในห้องปฏิบัติการและห้องเสริมปฏิบัติการทุกห้อง โดยจัดวางไว้ในบริเวณที่มองเห็นได้ชัดเจน และไม่ควรอนุญาตให้นักเรียนใช้

9.8 การเก็บกุญแจต่างๆ ต้องเก็บกุญแจประตู หน้าต่าง ตู้หรืออุปกรณ์เปิด – ปิดเครื่องเตือนภัยไว้อย่างน้อย 1 ชุด ในบริเวณที่สามารถนำมาใช้ได้ทันทีเมื่อมีเหตุฉุกเฉิน

<u>มาตรฐานที่กำหนด</u>

มาตรฐานระดับสูง	เป็นไปตามข้อ 9.1 – 9.8
มาตรฐานระดับปานกลาง	เป็นไปตามข้อ 9.1 – 9.6
มาตรฐานระดับพื้นฐาน	เป็นไปตามข้อ 9.1 – 9.5

ตอนที่ 3
ข้อแนะนำเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จะประกอบด้วยส่วนของเนื้อหาสาระเชิงทฤษฎี และการทำปฏิบัติการควบคู่กัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระและกระบวนการต่าง ๆ ไปพร้อมกัน การทำปฏิบัติการจะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้และช่วยฝึกนิสัยการทำงานด้วยความรอบคอบ รู้จักคิด รู้จักตัดสินปัญหาด้วยตนเอง รู้จักคุณค่าของสิ่งที่ต้องการจะเรียนรู้และรู้จักทำงานด้วยความปลอดภัย การทำปฏิบัติการจึงก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนอย่างสูง เป็นการเปิดโอกาสให้ทุกคนได้ฝึกฝนตนเองและแสดงความสามารถพิเศษ



ในขณะทำปฏิบัติการอาจมีสภาวะที่เสี่ยงต่ออันตรายเกิดขึ้นได้ จึงควรตระหนักถึงการรักษาความปลอดภัยของทั้งบุคลากรและทรัพย์สินในห้องปฏิบัติการ มีอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยอย่างเพียงพอแก่การใช้งาน และมีข้อแนะนำแก่ผู้ทำปฏิบัติการให้ปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ มีความพร้อมที่จะป้องกันตนเองจากอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น ในการทำปฏิบัติการอุบัติเหตุส่วนใหญ่จะเกิดจากความประมาทหรือความมักง่ายของผู้ทำปฏิบัติการเอง จึงเป็นสิ่งที่สามารถป้องกันได้ ข้อเสนอแนะและข้อควรปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นดังนี้

1. ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการ

การกำหนดข้อควรปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการ จัดเป็นแนวทางการบริหารจัดการอย่างหนึ่งที่ผู้ทำปฏิบัติการทุกคนต้องปฏิบัติตาม เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดที่อาจก่อให้เกิดอันตรายหรือมีอุบัติเหตุที่ไม่คาดคิดขึ้นได้ ข้อปฏิบัติสำหรับผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ เป็นดังนี้

(1) ระมัดระวังในการทำปฏิบัติการ และทำปฏิบัติการอย่างตั้งใจ ไม่เล่นหยอกล้อกัน

(2) เรียนรู้ตำแหน่งที่เก็บและศึกษาการใช้งานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัย เช่น ตู้ยา ที่ล้างตาหรือก๊อกน้ำ เครื่องดับเพลิง ที่กดสัญญาณไฟไหม้ (ถ้ามี) และทางออกฉุกเฉิน

(3) อ่านคู่มือปฏิบัติการให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติ แต่ถ้าไม่เข้าใจขั้นตอนใดหรือยังไม่เข้าใจการใช้งานของอุปกรณ์ทดลองใด ๆ ก็จะต้องปรึกษาครูจนเข้าใจก่อนลงมือทำปฏิบัติการ

(4) ปฏิบัติตามคู่มืออย่างเคร่งครัด ในกรณีที่ต้องการทำปฏิบัติการนอกเหนือจากที่กำหนด จะต้องได้รับอนุญาตจากครูก่อนทุกครั้ง

(5) ไม่ควรทำปฏิบัติการอยู่ในห้องปฏิบัติการเพียงคนเดียว เพราะถ้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นก็จะไม่มีผู้ให้ความช่วยเหลือ

(6) ไม่รับประทานอาหารหรือดื่มเครื่องดื่มในห้องปฏิบัติการ และไม่ใช้เครื่องแก้วหรืออุปกรณ์ทำปฏิบัติการเป็นภาชนะใส่อาหารและเครื่องดื่ม

(7) ดูแลความสะอาดและความเป็นระเบียบบนโต๊ะทำปฏิบัติการตลอดเวลา ให้มีเฉพาะคู่มือปฏิบัติการและอุปกรณ์จดบันทึกเท่านั้นอยู่บนโต๊ะทำปฏิบัติการ ส่วนกระเป๋าหนังสือและเครื่องใช้อื่น ๆ **ต้องเก็บไว้**ในบริเวณที่จัดไว้ให้

(8) อ่านคู่มือการใช้อุปกรณ์ทดลองทุกชนิดก่อนใช้งาน ถ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องให้มือแห้งสนิทก่อนใช้ การถอดหรือเสียบเต้าเสียบต้องจับที่เต้าเสียบเท่านั้น อย่าจับที่สายไฟ

(9) การทดลองที่ใช้ความร้อนจากตะเกียงและแก๊ส ต้องทำด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ ไม่รินของเหลวที่ติดไฟง่ายใกล้เปลวไฟ ไม่มองลงในภาชนะขณะที่ตั้งไฟ ขณะเผาสารในหลอดทดลองต้องหันปากหลอดไปในบริเวณที่ไม่มีผู้อื่นอยู่ และดับตะเกียงหรือปิดแก๊สทันทีเมื่อเลิกใช้งาน

(10) สารเคมี**ทุกชนิด**ในห้องปฏิบัติการเป็นอันตราย ไม่สัมผัส ชิม หรือสูดดมสารเคมีใด ๆ นอกจากจะได้รับคำแนะนำที่ถูกต้องแล้ว และไม่นำสารเคมีใด ๆ ออกจากห้องปฏิบัติการ

(11) ตรวจสอบสลากที่ปิดขวดสารเคมีทุกครั้งก่อนนำมาใช้ รินหรือตักสารออกมาในปริมาณที่พอใช้เท่านั้น ไม่เทสารเคมีที่เหลือกลับขวดเดิม และไม่เทน้ำลงในกรด

(12) การทำปฏิบัติการชีววิทยา จะต้องทำตามเทคนิคปลอดเชื้อตลอดเวลา ด้วยการล้างมือด้วยสบู่ก่อนและหลังทำปฏิบัติการ ทำความสะอาดโต๊ะทำปฏิบัติการให้ปลอดเชื้อก่อนและหลังปฏิบัติการ และใช้เทคนิคเฉพาะในการหยิบจับจุลินทรีย์ ถ้ามีปัญหาด้านสุขภาพเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกัน ต้องแจ้งให้ครูทราบก่อนทำปฏิบัติการ

(13) เมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือมีความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้นให้รายงานครูทันทีและดำเนินการปฐมพยาบาลอย่างถูกวิธีด้วย

(14) เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ต้องทำความสะอาดเครื่องมือและเก็บเข้าที่เดิมทุกครั้ง ทำความสะอาดโต๊ะทำปฏิบัติการและสอดเก้าอี้เข้าใต้โต๊ะ ล้างมือด้วยสบู่และน้ำก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

2. การทำความสะอาดบริเวณที่ปนเปื้อนสารเคมี

อุบัติเหตุจากสารเคมีหกในห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ถ้าทำปฏิบัติการโดยขาดความระมัดระวัง แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะต้องรีบกำจัดสารเคมีที่ปนเปื้อนและทำความสะอาดอย่างถูกวิธีเพื่อป้องกันอันตรายจากสารเหล่านั้น สารเคมีแต่ละชนิดมีสมบัติและความเป็นอันตรายแตกต่างกัน จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำความสะอาดบริเวณที่ปนเปื้อนสารเคมีเหล่านั้น ซึ่งมีข้อแนะนำดังต่อไปนี้

(1) สารที่เป็นของแข็ง ควรใช้แปรงกวาดสารมารวมกัน ตักสารใส่ในกระดาษแข็งแล้วนำไปทำลาย

(2) สารละลายกรด ควรใช้น้ำล้างบริเวณที่มีสารละลายกรดหกเพื่อทำให้กรดเจือจางลง และใช้สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเจือจางล้างเพื่อทำลายสภาพกรด แล้วล้างด้วยน้ำอีกครั้ง

(3) สารละลายเบส ควรใช้น้ำล้างบริเวณที่มีสารละลายเบสหกและซับน้ำให้แห้ง เนื่องจากสารละลายเบสที่หกบนพื้นจะทำให้พื้นบริเวณนั้นลื่น ต้องทำความสะอาดลักษณะดังกล่าวหลาย ๆ ครั้ง และถ้ายังไม่หายลื่นอาจต้องใช้ทรายโรยแล้วเก็บกวาดทรายออกไป

(4) สารที่เป็นน้ำมัน ควรใช้ผงซักฟอกล้างสารที่เป็นน้ำมันและไขมันจนหมดคราบน้ำมันและพื้นไม่ลื่น หรือทำความสะอาดโดยใช้ทรายโรยเพื่อซับน้ำมันให้หมดไป

(5) สารที่ระเหยง่าย ควรใช้ผ้าเช็ดบริเวณที่สารหยดหลายครั้งจนแห้ง และในขณะเช็ดถูจะต้องมีการป้องกันไม่ให้สัมผัสผิวหนังหรือสูดไอของสารเข้าร่างกาย

(6) สารปรอท กวาดสารปรอทกองรวมกันแล้วใช้เครื่องดูดเก็บรวบรวมไว้ ในกรณีที่พื้นที่สารปรอทหกมีรอยแตกหรือรอยร้าวจะมีสารปรอทแทรกเข้าไปอยู่ข้างใน ต้องปิดรอยแตกหรือรอยร้าวนั้นด้วยการทาขี้ผึ้งทับรอยดังกล่าว เพื่อกันการระเหยของปรอท หรืออาจใช้ผงกำมะถันโรยบนปรอทเพื่อให้เกิดเป็นสารประกอบซัลไฟด์ แล้วเก็บกวาดอีกครั้งหนึ่ง

3. การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม

การบำรุงรักษาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ จะช่วยป้องกันอันตรายและอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการทำปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการแล้ว ยังช่วยยืดอายุการใช้งานของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ อีกด้วย เมื่อตรวจสอบพบสิ่งใดชำรุดเสียหายจะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซมทันที ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จึงควรมีเครื่องมือพื้นฐานและอะไหล่ที่จำเป็นต้องใช้ในการตรวจสอบและซ่อมแซมขั้นต้นไว้ด้วย เช่น หัวแร้งบัดกรี ไขควง ตลับเมตร ฉาก คีมตัดสายไฟ สวิตซ์ มัลติมิเตอร์ ฟิวส์ไฟฟ้า ปลั๊กไฟฟ้า ส่วนต่าง ๆในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอประกอบด้วย

(1) ระบบแสงสว่าง การระบายอากาศ และระบบไฟฟ้า

โดยทั่วไปช่องลมในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นิยมทำด้วยกระจก ถ้าทิศทางของตัวอาคารไม่เหมาะสมก็จะมีแสงผ่านเข้ามามาก โดยเฉพาะในช่วงตอนบ่ายที่ทำให้อากาศในห้องร้อนจัด จึงจำเป็นต้องใช้ม่านกั้นทางเดินของแสงด้วย ส่วนประตูหน้าต่างที่เปิดได้ไม่สะดวกก็อาจมีผลต่อการระบายอากาศและแสงสว่างในห้องได้ เมื่อพบข้อบกพร่องเช่นนี้ก็จะต้องซ่อมแซมแก้ไขทันที บางครั้งอาจพบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการบางชนิดไม่สามารถใช้งานได้ หรือพัดลมดูดอากาศไม่ทำงาน จะต้องตรวจสอบว่ามีสาเหตุมาจากอะไรแล้วดำเนินการเปลี่ยนแปลงหรือซ่อมแซมทันที ควรทำความสะอาดฝุ่นหรือหยากไย่ที่ติดอยู่บนหลอดไฟฟ้า ซึ่งเป็นสาเหตุให้แสงสว่างที่ได้จากหลอดไฟฟ้าลดลง

(2) ระบบน้ำ ก๊อกน้ำ อ่างน้ำ และท่อน้ำทิ้ง

ท่อน้ำประปาและท่อน้ำทิ้งในห้องปฏิบัติการที่ทำด้วยเหล็กอาจผุกร่อนเป็นสนิมจากสารเคมีหกรดหรือถูกไอของสารเคมีได้ จึงต้องมีการตรวจสอบเป็นประจำ ถ้าพบว่ามีรอยรั่วต้องรีบซ่อมแซมหรือเปลี่ยนทันที สำหรับท่อน้ำประปาที่ทำด้วยพลาสติก อาจหลอมละลายด้วยตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิด เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ จึงต้องควบคุมดูแลและป้องกันไม่ให้ตัวทำละลายเหล่านี้หกรดได้ สำหรับท่อน้ำทิ้งก็มีปัญหาทำนองเดียวกัน จึงต้องทำให้เจือจางก่อนทิ้งสารทุกชนิดลงในท่อน้ำทิ้ง โดยไม่ควรเทสารละลายเข้มข้นลงในท่อน้ำทิ้ง

อ่างน้ำและก๊อกน้ำในห้องปฏิบัติการจะเกิดการรั่วไหลได้เสมอ จึงควรซ่อมแซมให้ใช้งานได้ดีตลอดเวลา ปัญหาที่พบเสมอคือก๊อกน้ำปิดไม่สนิทเนื่องจากแผ่นยางในก๊อกน้ำเสื่อมสภาพ เพราะใช้งานมานานหรือเกิดจากการปิดก๊อกน้ำแน่นเกินไป จนทำให้โลหะอัดแผ่นยางเป็นรอยและน้ำรั่วซึมได้ จึงไม่ควรปิดก๊อกน้ำแน่นเกินไป บริเวณใต้อ่างน้ำจะมีท่อน้ำทิ้งต่ออยู่ ซึ่งอาจเกิดการรั่วจากแผ่นยางเสื่อมทำนองเดียวกับก๊อกน้ำ ปัญหาที่พบอยู่เสมออีกประการหนึ่งคือท่อตัน ซึ่งมีสาเหตุจากตะไคร่หรือเศษของแข็งอุดตันในท่อใต้อ่างน้ำ ซึ่งแก้ไขได้โดยถอดออกมาล้างทำความสะอาด และควรเปิดน้ำล้างสิ่งสกปรกและสารตกค้างอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง

(3) ครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย โต๊ะสาธิต เก้าอี้และโต๊ะทำปฏิบัติการ ตู้และชั้นเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี ป้ายนิเทศและตู้ควัน สิ่งเหล่านี้ต้องได้รับการตรวจสอบดูแลอยู่เสมอ ควรซ่อมแซมทันทีเมื่อพบสิ่งใดชำรุดเสียหาย ควรขัดและเคลือบพื้นผิวโต๊ะทำปฏิบัติการที่ทำด้วยไม้ใหม่ทุกปี ถ้าเป็นพื้นโต๊ะทำปฏิบัติการเคมีควรทาด้วยอีพอกซีซึ่งเป็นสารทนน้ำและกรด เก้าอี้หรือโต๊ะที่ขาทำด้วยเหล็กและยึดกับไม้ด้วยสกรูหรือนอต ควรมีการตรวจสอบและขันสกรูหรือนอตให้แน่นอยู่เสมอ ควรทำความสะอาดตู้ ชั้นเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี รวมทั้งช่องลมอย่างน้อยภาคเรียนละ 1 ครั้ง ควรทำความสะอาดพื้น ประตู หน้าต่างของห้องปฏิบัติการอยู่เป็นประจำ และตรวจสอบเครื่องดับเพลิงในห้องปฏิบัติการให้อยู่ในสภาพใช้งานได้เสมอ

4. การจัดการและการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อการทำปฏิบัติการเป็นอย่างยิ่ง วัสดุอุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีวิธีการจัดเก็บที่แตกต่างกัน สถานศึกษาจึงควรมีการจัดการและการจัดเก็บที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ เพื่อป้องกันอันตรายและความเสียหายที่จะเกิดขึ้น ข้อเสนอแนะวิธีการจัดการและการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ เป็นดังนี้

(1) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการ

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปฏิบัติการเป็นปัจจัยสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และเป็นแหล่งความรู้ของผู้เรียน ผู้ที่เกี่ยวข้องในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกคนต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบ จัดการและดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1) กำหนดแผนงบประมาณการจัดซื้อ การจัดเก็บและจัดทำระเบียนวัสดุอุปกรณ์ ซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ในการทำปฏิบัติการที่ชำรุดเสียหายให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้

2) เลือกวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีคุณภาพ คำนึงถึงการใช้ประโยชน์ที่คุ้มค่าและความทันสมัยด้วย

3) จัดทำคู่มือประกอบการใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการใช้ การบำรุงรักษาและข้อควรระวัง

4) จัดทำป้ายที่อ่านง่ายและชัดเจน บอกชื่อของวัสดุอุปกรณ์ เครื่องใช้ และถ้าเป็นไปได้ควรแสดงภาพประกอบการอธิบายต่าง ๆ ไว้ด้วย

5) จัดจำแนกอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่ชำรุด แตกหัก และควรดำเนินการซ่อมแซมทันที

6) จัดเก็บอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ในที่ปลอดภัยและหยิบใช้สะดวก ชั้นและตู้เก็บอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ต้องไม่สูงเกินกว่าระดับสายตา และติดป้ายชี้แจงที่มองเห็นได้ชัดเจน

7) มีระเบียนควบคุมที่ตรวจสอบได้ มีระบบการจัดเก็บที่เป็นระเบียบและมีระบบการให้ยืมเพื่อป้องกันการสูญหาย

(2) เครื่องวัดทางไฟฟ้า

เครื่องวัดทางไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการของทุกสถานศึกษา โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการฟิสิกส์จะมีเครื่องวัดทางไฟฟ้ามากกว่าห้องปฏิบัติการอื่น ครูหรือเจ้าหน้าที่เทคนิคของห้องปฏิบัติการต้องมีความรู้เกี่ยวกับการใช้งานและการซ่อมบำรุง ข้อแนะนำบางประการในการจัดเก็บและการใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า เป็นดังนี้

1) จัดเก็บในตู้เพื่อป้องกันไม่ให้มีแมลงหรือสัตว์ขนาดเล็กเข้าไปในเครื่อง ซึ่งอาจทำให้วงจรไฟฟ้าขัดข้องและใช้งานไม่ได้

2) ทำความสะอาดไม่ให้มีฝุ่นละอองเกาะสะสมมาก จนทำให้เกิดปัญหากับวงจรไฟฟ้า

3) เช็ดละอองน้ำจากความชื้นหรือไอน้ำในอากาศที่เกาะอยู่กับอุปกรณ์ ละอองน้ำเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสนิมและทำให้อุปกรณ์มีอายุการใช้งานสั้นลงได้

4) จัดเก็บในที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี หลีกเลี่ยงการจัดเก็บในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงหรือมีแสงแดดส่องตลอดเวลา เพราะจะทำให้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติ หรือทำให้เกิดความขัดข้องและทำงานผิดพลาดได้

5) ต้องใช้อุปกรณ์เครื่องวัดทางไฟฟ้าอย่างระมัดระวัง ไม่ให้เกิดการกระทบกระแทก ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้ขั้วต่อหรือรอยเชื่อมต่อในวงจรไฟฟ้าหลวมหรือหลุดออกจากกันได้

5. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นสถานที่ซึ่งจัดไว้ให้นักเรียนได้ทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการทำปฏิบัติการ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องแก้ว สารเคมี แก๊สชนิดต่าง ๆ รวมทั้งแก๊สเชื้อเพลิง อาหารเลี้ยงเชื้อ เชื้อจุลินทรีย์ และสัตว์ทดลอง สิ่งเหล่านี้อาจทำให้เกิดอันตรายต่อบุคลากร หรือเกิดอุบัติเหตุที่ทำให้ทรัพย์สินของห้องปฏิบัติการเสียหายได้ ถ้าผู้ปฏิบัติการขาดความระมัดระวังหรือขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากการทำปฏิบัติการ สถานศึกษาจึงควรมีการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนการดำเนินงานที่มีแบบแผน เพื่อให้การทำปฏิบัติการมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยสูง แนวปฏิบัติบางประการที่เกี่ยวกับความปลอดภัยด้านต่าง ๆ เป็นดังนี้

(1) ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

การเกิดอันตรายจากกระแสไฟฟ้าอาจมีสาเหตุมาจากการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ถูกต้อง การดูแลตรวจสอบไม่ทั่วถึงและเกิดจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในการทำปฏิบัติการ ข้อควรระวังด้านความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นดังนี้

1) การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ

1. ควรติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าไว้ในบริเวณที่อยู่ห่างจากน้ำหรือสารไวไฟ

2. ใช้ฟิวส์ที่มีขนาดเหมาะสมกับการใช้กระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ ไม่ควรใช้ฟิวส์ที่มีขนาดสูงกว่ากระแสไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องการมากเกินไป

3. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิด ที่ออกแบบให้มีเต้าเสียบ 3 ขา จะต้องใช้เต้าเสียบนี้ต่อกับเต้ารับที่มี 3 ช่องเท่านั้น เพื่อช่วยป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรและความเสียหายกับอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดนั้น

2) การดูแลตรวจสอบ

1. ตรวจสอบการรั่วของกระแสไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ โดยทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าจากการมีกระแสไฟฟ้าลัดวงจร

2. ตรวจสอบสายไฟและเต้าเสียบให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ถ้าพบว่าฉนวนหุ้มสายไฟฉีกขาดหรือเต้าเสียบชำรุดแตกหักจะต้องเปลี่ยนทันที

3) การปฏิบัติขณะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

1. ควรใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยความระมัดระวัง เช็ดมือและเท้าให้แห้งทุกครั้งที่จับต้องอุปกรณ์ไฟฟ้า

2. ถ้าต้องใช้สายไฟต่อจากเต้ารับเดียวกันหลายสายหรือจำเป็นต้องใช้ต่อพ่วงกัน ควรเลือกเต้ารับชนิดที่มีสวิตช์เปิด – ปิด และไม่ต่อพ่วงเกิน 2 สาย

3. ถอดเต้าเสียบอุปกรณ์ไฟฟ้าออกจากเต้ารับ ทุกครั้งที่เลิกใช้งาน

4. อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดควรมีสัญญาณไฟ ที่แสดงว่าเครื่องกำลังทำงานอยู่ และถ้าเกิดความผิดปกติในระหว่างการใช้งาน ต้องหยุดการทำงานของอุปกรณ์นั้นทันที

5. เตาไฟฟ้า ต้องมีขดลวดของเตาไฟฟ้าอยู่ในเบ้าและไม่ชำรุดเสียหาย

6. ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้า สายไฟ สวิตช์ และเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ชำรุดทันที

(2) ความปลอดภัยในการใช้แก๊สและสารไวไฟ

การใช้แก๊สและสารไวไฟจะต้องมีวิธีการรักษาความปลอดภัยเป็นพิเศษ มีการซักซ้อมความเข้าใจกับผู้ใช้อย่างชัดเจน และต้องปฏิบัติตามวิธีการใช้โดยเคร่งครัด การป้องกันอันตรายจากการใช้แก๊สและสารไวไฟ มีข้อปฏิบัติดังนี้

1) ไม่นำถังแก๊สที่บุบเป็นสนิมหรือรั่วซึม มาใช้ในห้องปฏิบัติการ

2) สถานที่วางถังแก๊สต้องมั่นคงเป็นบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้ดี และจะต้องตรวจสอบการรั่วของแก๊สเสมอ

3) ต้องจัดทำสัญลักษณ์เตือนอันตรายของสารไวไฟ และข้อปฏิบัติติดไว้ในสถานที่วางถังแก๊ส

4) ให้ความรู้ในการใช้แก๊ส เช่น ก่อนเปิดวาล์วควรตรวจสอบสภาพของสายแก๊สและหัวแก๊ส เมื่อเลิกใช้แล้วต้องปิดวาล์วก่อนปิดเครื่องควบคุมความดันของแก๊สที่ใช้ทุกครั้ง

5) ต้องแน่ใจว่าแก๊สที่นำมาใช้เป็นประเภทเดียวกับที่ระบุไว้ที่ถังแก๊สนั้น และต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมความดันแก๊สตามมาตรฐานของแก๊สชนิดนั้นด้วย

6) ต้องทำการปฏิบัติการที่ต้องใช้เปลวไฟด้วยความระมัดระวัง และต้องหลีกเลี่ยงที่จะอยู่ใกล้กับสิ่งที่ก่อให้เกิดความร้อนหรือเชื้อเพลิงซึ่งอาจทำให้ไฟลุกไหม้ขึ้น

7) กรณีเกิดไฟไหม้ต้องรีบปิดตะเกียงแอลกอฮอล์ หรือท่อแก๊สทุกท่อทันที ปิดถังแก๊ส แล้วนำสารไวไฟทุกชนิดออกจากบริเวณนั้นให้เร็วที่สุด

8) ต้องมีเครื่องดับเพลิงอยู่ในบริเวณที่ใช้ได้ง่าย และมีทางออกฉุกเฉินที่เปิดได้ตลอดเวลา

9) เมื่อมีสารติดไฟต้องแก้ไขสถานการณ์อย่างเหมาะสม ถ้าลุกไหม้เล็กน้อยให้ใช้ผ้าเปียกคลุมสิ่งนั้นไว้ ถ้าเสื้อผ้าลุกติดไฟให้นอนลงกลิ้งตัวกับพื้นหรือใช้ผ้าหนาห่มคลุมทับ และรีบนำผู้บาดเจ็บส่งโรงพยาบาลทันที

(3) ความปลอดภัยจากรังสีและไอสารพิษ

อันตรายจากสารเคมีเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิด สารบางชนิดมีพิษร้ายแรง ไอของสารอาจทำให้ระคายเคืองต่อดวงตาและระบบหายใจ บางชนิดเป็นสารกัมมันตรังสีที่ทำลายเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต อาจทำให้เนื้อเยื่อตายหรือเปลี่ยนแปลงไปจนเกิดเป็นโรคมะเร็งได้ ผู้ที่ทำปฏิบัติการจึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับรังสีและไอสารพิษเป็นอย่างดี รู้จักวิธีใช้อย่างปลอดภัยและมีวิธีป้องกันอันตรายจากสารเหล่านั้นด้วย

การป้องกันอันตรายจากรังสีและไอสารพิษ มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1) การทดลองที่มีควันพิษเกิดขึ้น จะต้องใช้ผ้ากรองควันพิษปิดจมูกและปาก ทำในตู้ควันที่อยู่ในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก

2) การทดลองที่ใช้หลอดเลเซอร์เป็นแหล่งกำเนิดแสง ต้องไม่มองที่ลำแสงโดยตรง และควรมีข้อความเตือนอันตรายติดไว้ที่หลอดเลเซอร์ พร้อมทั้งต้องชี้แจงถึงวิธีใช้ที่ถูกต้องก่อนการใช้งาน ถ้าเป็นไปได้ควรใช้แว่นกันเลเซอร์

3) การใช้สารกัมมันตรังสีในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ควรเก็บสารกัมมันตรังสีไว้ในปริมาณที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้น และจะต้องขออนุญาตจากหน่วยราชการที่ควบคุมการใช้สารกัมมันตรังสีด้วย พร้อมทั้งปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด ต้องเก็บสารกัมมันตรังสีไว้ในกล่องตะกั่วที่มีความหนาโดยรอบไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว และการหยิบสารกัมมันตรังสีจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ออกแบบเฉพาะเท่านั้น

4) ขณะทดลองเกี่ยวกับสารกัมมันตรังสี ผู้ทดลองจะต้องอยู่ไกลจากแหล่งกำเนิดกัมมันตภาพรังสีมากที่สุดและใช้เวลาทดลองน้อยที่สุด ผู้ที่ทำการทดลองและผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องมีเครื่องวัดกัมมันตภาพรังสีติดตัวไว้ตรวจสอบปริมาณรังสีที่ได้รับตลอดเวลา เพื่อป้องกันการรับรังสีเกินมาตรฐานความปลอดภัย

5) การบัดกรีเพื่อซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจะมีไอตะกั่วเกิดขึ้น จึงต้องทำในบริเวณที่ระบายอากาศได้ดี ผู้บัดกรีจะต้องอยู่เหนือลมเพื่อป้องกันการสูดควันตะกั่ว และควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้งหลังจากบัดกรีแล้ว

(4) ความปลอดภัยจากเชื้อโรค

การทำปฏิบัติการทางชีววิทยาที่ต้องใช้พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ในการทดลอง สัตว์บางชนิดอาจนำเชื้อโรคคือแพร่ปรสิตบางชนิดสู่คนได้ ดังนั้นจึงต้องไม่นำสัตว์ที่จะเป็นพาหะนำเชื้อโรคเข้ามาในห้องปฏิบัติการ จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นอันตรายหรือทำให้เกิดโรคได้ การทดลองที่ต้องใช้สิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวจึงต้องทำด้วยความระมัดระวัง การป้องกันอันตรายจากเชื้อโรคมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1) ตู้เย็นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ มีความจำเป็นสำหรับการทำปฏิบัติการทางชีววิทยาเป็นอย่างยิ่ง เพื่อใช้เก็บสิ่งที่นำมาทดลองเพื่อการถนอมรักษาให้คงคุณภาพโดยใช้อุณหภูมิต่ำ ต้องไม่เก็บอาหารหรือเครื่องดื่มที่ใช้รับประทานไว้กับสารเหล่านี้

2) ใช้วัสดุอุปกรณ์บางประเภทเพียงครั้งเดียวเพื่อป้องกันการติดเชื้อ จึงต้องทำลายอุปกรณ์เหล่านั้นทุกครั้งที่ใช้แล้ว

3) เครื่องแก้วที่ใช้ทดลองเกี่ยวกับเชื้อโรค ต้องฆ่าเชื้อด้วยวิธีการที่เหมาะสมก่อนนำไปล้างทำความสะอาดจนไม่มีคราบติดค้างอยู่

4) อุปกรณ์ทำความสะอาดในห้องปฏิบัติการ ต้องไม่เป็นแหล่งสะสมหรือแพร่กระจายเชื้อโรค

5) เมื่อทำปฏิบัติการเสร็จแล้ว ต้องทำความสะอาดโต๊ะทำปฏิบัติการและอุปกรณ์ทุกอย่างด้วยสารฆ่าเชื้อโรคที่เหมาะสม

6) ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ ต้องล้างมือด้วยสบู่หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรคทุกครั้ง

7) ควรฉีดวัคซีนป้องกันโรคให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน ที่อาจมีการเสี่ยงต่ออันตรายที่เกิดจากเชื้อโรคบางชนิด (กรณีที่ได้รับคำแนะนำหรือปรึกษาแพทย์)

(5) ความปลอดภัยจากไฟไหม้

การเกิดไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการมีสาเหตุได้หลายประการ เมื่อเกิดไฟไหม้ขึ้นในห้องปฏิบัติการ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของนักเรียนเป็นสิ่งแรก ครูต้องให้นักเรียนออกจากห้องปฏิบัติการทันที ดึงสัญญาณแจ้งเหตุไฟไหม้ พร้อมกับเรียกให้คนช่วยเหลือ โดยกำหนดหน้าที่ให้คนหนึ่งทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้า ปิดท่อแก๊ส ปิดประตูหน้าต่าง เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้น้อยที่สุดและป้องกันการลุกลามไปยังห้องข้างเคียงและให้อีกคนหนึ่งรีบใช้เครื่องดับเพลิงดับไฟที่ลุกไหม้ทันที โดยต้องคำนึงด้วยว่าการใช้เครื่องดับเพลิงชนิดไม่เหมาะสมหรือผิดประเภท จะทำให้การดับไฟไม่ได้ผลและอาจเกิดอันตรายกับผู้ใช้ด้วย

ต้องมีสารเคมีที่ใช้ดับไฟอยู่ประจำห้องปฏิบัติการ และมีสภาพการใช้งานได้ดี ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการทุกคนต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิธีใช้ กลไกการทำงานของการดับไฟเพื่อให้สามารถใช้ได้อย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพ สารที่นำมาใช้ดับไฟมีดังนี้

1) น้ำ

น้ำเป็นสารที่ใช้ดับไฟได้อย่างแพร่หลาย ช่วยทำให้เชื้อเพลิงที่กำลังลุกไหม้ลดอุณหภูมิลงได้และไม่มีการลุกไหม้เพิ่มขึ้นใหม่ น้ำใช้ดับไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงประเภทของแข็งได้ดี ไม่ควรใช้น้ำดับไฟที่เกิดจากสารประเภทของเหลวที่ไวไฟเนื่องจากจะทำให้ของเหลวกระจายออกเป็นบริเวณกว้าง และของเหลวส่วนที่อยู่บนผิวน้ำยังคงลุกไหม้และทำให้ไฟลุกลามต่อไปได้

2) โฟมของคาร์บอนไดออกไซด์

โฟมของคาร์บอนไดออกไซด์มีลักษณะเป็นฟองที่มีสมบัติกั้นอากาศไม่ให้เข้าไปถึงบริเวณที่เกิดไฟไหม้ และป้องกันไม่ให้เชื้อเพลิงที่ระเหยเพิ่มเติมออกมาอีก จึงทำให้เปลวไฟลดลงและดับไปในที่สุด โฟมของคาร์บอนไดออกไซด์ ได้จากปฏิกิริยาเคมีของสารแล้วได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์ และถูกอัดด้วยความดันสูงบรรจุอยู่ในถัง เมื่อปล่อยสารออกมาด้วยความดันที่พอเหมาะก็จะมีลักษณะเป็นฟอง

3) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารที่ใช้ในอุปกรณ์ดับเพลิงทั่วไป แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นี้หนักกว่าอากาศ เมื่อเข้าไปผสมอยู่กับอากาศในบริเวณไฟไหม้เป็นปริมาณมาก ๆ จะทำให้ปริมาณของแก๊สออกซิเจนในอากาศบริเวณนั้นเจือจางลง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอุปกรณ์ดับเพลิงถูกบรรจุอยู่ในถังที่มีความดันประมาณ 750 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จึงมีสถานะเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เหลว เมื่อเปิดวาล์วอุปกรณ์ดับเพลิงซึ่งเป็นการลดความดัน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จึงกระจายเป็นฝอยออกทางท่อที่ออกแบบไว้ให้พุ่งไปสู่บริเวณที่ต้องการดับไฟได้

4) ไอของสารอินทรีย์บางชนิด

สารอินทรีย์บางชนิดที่เป็นของเหลวระเหยเป็นไอได้ง่ายและหนักกว่าอากาศ เมื่อไอของสารนี้ลอยอยู่เหนือบริเวณไฟไหม้ ก็จะเข้าไปแทนที่อากาศบริเวณนั้น จึงทำให้ไฟไม่ลุกลามต่อไป สารอินทรีย์ที่ใช้โดยทั่วไป คือ คาร์บอนเตตระคลอไรด์ อย่างไรก็ตามสารอินทรีย์มีอันตรายต่อร่างกายมาก จึงต้องใช้อย่างระมัดระวัง โดยใช้ดับไฟกรณีที่ไฟไหม้ในบริเวณนอกอาคาร เป็นที่โล่งอากาศถ่ายเทได้ดี และ**ต้องไม่ใช้** ดับไฟที่เกิดจากการลุกไหม้ของโลหะโซเดียมหรือโพแทสเซียมผสมอยู่ด้วย เพราะอาจระเบิดขึ้นได้

6. การปฐมพยาบาล

การทำปฏิบัติการอาจมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นได้ จึงต้องมีความระมัดระวังหรือมีการป้องกันที่ดี อย่างไรก็ตามเมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นก็จะต้องแก้ไขสถานการณ์ และปฐมพยาบาลเบื้องต้นได้ทันที จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจการปฐมพยาบาลเบื้องต้นบางประการ ดังกรณีตัวอย่างต่อไปนี้

อุบัติเหตุ	การปฐมพยาบาล
1. แก้วบาด	ถ้าแก้วบาดเล็กน้อย ให้ห้ามเลือดโดยใช้ผ้าที่สะอาดพับหนา ๆ กดลงบนบาดแผล กรณีที่มีเลือดไหลออกมากควรใช้ผ้ารัดเหนือบริเวณบาดแผล และส่งแพทย์ทันที
2. ไฟลวกหรือโดนของร้อน	ใช้น้ำล้างมาก ๆ และ**ห้าม**ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจน - คาร์บอเนต ปิดด้วยผ้าพันแผลที่แห้งและสะอาด ถ้าไฟลวกมากให้รีบส่งแพทย์
3. สารเคมีถูกผิวหนัง	ล้างบริเวณนั้นด้วยน้ำสะอาดปริมาณมาก ๆ ในทันที เพื่อป้องกันสารซึมเข้าผิวหนังหรือทำลายเซลล์ผิวหนัง และกรณีมีสารถูกผิวหนังเป็นปริมาณมากต้องรีบนำส่งแพทย์ พร้อมกับแจ้งชนิดของสารให้แพทย์ทราบด้วยเพื่อจะได้แก้ไขอย่างถูกต้องทันที
4. สารเข้าตา	ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมาก ในทันทีเป็นเวลานานไม่น้อยกว่า 15 นาที เพื่อให้สารเจือจางหรือหมดไปและรีบนำส่งแพทย์ทันที
5. สูดไอหรือแก๊ส	ต้องรีบนำออกจากบริเวณนั้นไปอยู่ในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก พยายามสูดอากาศบริสุทธ์ให้เต็มที่ กรณีได้รับสารเข้าร่างกายปริมาณมากและหมดสติ ต้องใช้วิธีการผายปอดหรือใช้เครื่องช่วยหายใจ และนำไปส่งแพทย์ทันที
6. การกลืนกินสารเคมี	ต้องรีบนำส่งแพทย์ทันที พร้อมทั้งนำตัวอย่างสารหรือฉลากไปด้วยเพื่อแจ้งให้แพทย์ได้ช่วยเหลือและให้การรักษาได้ถูกต้องทันที

อุบัติเหตุ	การปฐมพยาบาล
7. ถูกกระแสไฟฟ้าดูด	รีบตัดกระแสไฟฟ้าทันที โดยการถอดเต้าเสียบหรือยกสะพานไฟ หรือใช้ฉนวนผลักหรือฉุดให้ผู้ที่ได้รับอันตรายออกจากแหล่งกระแสไฟฟ้า หรือเขี่ยสายไฟให้หลุดออกไปจากตัวผู้บาดเจ็บ **ห้ามใช้มือเปล่าแตะต้องตัว**ผู้ที่กำลังได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า เมื่อนำผู้ที่ถูกกระแสไฟฟ้าดูดออกจากแหล่งกระแสไฟฟ้าแล้ว ต้องทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น โดยการผายปอดหรือเป่าปากให้ปอดทำงาน นวดหัวใจ แล้วรีบนำส่งแพทย์ทันที

7. อันตรายของสารเคมีและเครื่องหมายเตือน

สารเคมีมีสมบัติเฉพาะตัวและมีอันตรายต่อสุขภาพได้ ถ้าเข้าสู่ร่างกายอาจมีผลต่อระบบการทำงานในร่างกาย ทำลายอวัยวะได้ทั้งผิวหนัง ปอด หัวใจ ตับ สมอง ไต เลือด นอกจากนี้อันตรายจากสารเคมีอาจเกิดจากการกัดกร่อน การเป็นพิษ รวมทั้งการเกิดอุบัติภัยจากการไวไฟหรือการระเบิดที่รุนแรงของสารที่ทำปฏิกิริยากันได้ดังนี้

(1) สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ กรด เบส หรือแอลกอฮอล์

สารเคมีบางชนิดไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำ กรด เบส หรือแอลกอฮอล์ ถ้ามีสารเหล่านี้ปนอยู่เพียงเล็กน้อยก็อาจจะทำให้เกิดแก๊สไวไฟที่ลุกไหม้หรือปะทุเป็นเปลวไฟได้ จึงต้องมีระบบการเก็บสารเคมีที่ปลอดภัยและหมั่นตรวจสอบอยู่เสมอ ตัวอย่างโลหะที่เกิดปฏิกิริยากับน้ำ กรด เบส หรือแอลกอฮอล์ได้ดีและอาจมีอันตรายเกิดขึ้นได้ดังนี้

ชนิดสาร	ทำปฏิกิริยาได้กับสาร	ผลที่เกิดจากการทำปฏิกิริยา
1. โลหะแอลคาไลน์	น้ำ	ปฏิกิริยามีความรุนแรง ได้แก๊สไฮโดรเจน และเกิดเปลวไฟปะทุทันที อาจกระเด็นออกไปเป็นบริเวณกว้างได้
2. โลหะ Mg, Zn, Al, Cr, Fe, Sn, Ni, Pb	กรด	เกิดปฏิกิริยา ได้แก๊สไฮโดรเจน
3. โลหะ Zn, Al	เบส	เกิดปฏิกิริยา ได้แก๊สไฮโดรเจน
4. โลหะ Na	แอลกอฮอล์	เกิดปฏิกิริยา ได้แก๊สไฮโดรเจน

กรด เบส หรือแอลกอฮอล์ เป็นสารที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในห้องปฏิบัติการ จึงต้องเก็บรักษาแยกออกจากสารเคมีทั่วไป

(2) แนวทางการจัดเก็บสารเคมีโดยใช้สีแสดงประเภทของอันตราย

สารเคมีทุกชนิดในห้องปฏิบัติการมีอันตรายต่อร่างกายในระดับที่แตกต่างกัน จึงมีผู้เสนอเครื่องหมายเตือนอันตรายกำกับไว้ที่ภาชนะบรรจุสาร ซึ่งอาจเป็นข้อความ สีหรือสัญลักษณ์ ผู้ทำปฏิบัติการจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องหมายเตือนอันตรายของสารเคมีเหล่านั้น

ตัวอย่างสีที่ใช้เป็นสัญลักษณ์แสดงประเภทของอันตรายและแนวทางการจัดเก็บ

ประเภทของอันตราย	สีที่ใช้เป็นสัญลักษณ์	แนวทางในการจัดเก็บ	ตัวอย่างสาร
1. สารไวไฟ	แดง	เก็บรวมกับสารไม่ไวไฟได้	Ethanol, Gasoline, Mineral spirits
	แดงและขาว	เก็บรวมกับสารไม่ไวไฟได้ แต่ต้องแยกออกจากสารไวไฟชนิดอื่น ๆ	Benzoyl peroxide, Sodium, Lithium, Potassium Aluminum hydride
2. สารว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา	เหลือง	เก็บแยกออกจากสารไวไฟและสารที่ระเบิดได้	Ammonium nitrate, Sodium chlorate, Hydrogen peroxide
	เหลืองและขาว	เก็บแยกจากสารไวไฟและสารที่ระเบิดได้ ไม่เก็บรวมกับสารว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาชนิดอื่น ๆ	Acrylamide, Hydrazine, Sodium dithionite, Sodium hypophosphite

ประเภทของอันตราย	สีที่ใช้เป็นสัญลักษณ์	แนวทางในการจัดเก็บ	ตัวอย่างสาร
3. สารที่เป็นอันตรายจากการสัมผัส	ขาว	เก็บไว้ในบริเวณที่มีการป้องกันการกัดกร่อน	Hydrogen chloride, Titanium tetrachloride, Iodine
	ขาวและดำ	เก็บไว้ในบริเวณที่มีการป้องกันการกัดกร่อน โดยต้องแยกออกจากสารที่เป็นอันตรายจากการสัมผัสชนิดอื่น ๆ	Chlorosulfonic acid, Sodium hydroxide
4. สารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ	ฟ้า	เก็บไว้ในบริเวณที่ปลอดภัย	Sodium Cyanide, Hg compounds
5. สารที่ไม่เป็นอันตราย	ส้ม	เก็บไว้ในบริเวณทั่วไป	Sodium chloride, Dextrose, Monoethanolamine

คณะผู้วิจัยโครงการปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุมีพิษ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี : 2541

(3) สัญลักษณ์แสดงประเภทของอันตรายสำหรับติดบนภาชนะบรรจุสาร

นอกจากจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์แสดงประเภทของอันตรายแล้ว ได้มีผู้กำหนดสัญลักษณ์แสดงประเภทของอันตราย ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างสัญลักษณ์แสดงประเภทของอันตรายและข้อควรระวัง

สัญลักษณ์/ ประเภทอันตราย	ความเป็นอันตราย	ข้อควรระวัง
 **E** ระเบิดได้	สารเคมีที่เกิดปฏิกิริยาแล้วให้ความร้อนและแก๊สอย่างรวดเร็ว หรือเมื่อได้รับความร้อนในสภาวะจำกัดจะเกิดการระเบิด หรือเผาไหม้อย่างรุนแรง	หลีกเลี่ยงการกระแทก การเสียดสีที่ทำให้เกิดความร้อน หรือประกายไฟและแยกให้อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟและความร้อน
 **F^+** ไวไฟสูงมาก	ของเหลวที่มีจุดติดไฟต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส และจุดเดือดไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส แก๊ส และแก๊สผสมที่ไวไฟในอากาศที่อุณหภูมิและความดันปกติ	เก็บให้ห่างจากเปลวไฟ ประกายไฟ และความร้อน
 **F** ไวไฟมาก	สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ประเภท (1) ของแข็งที่ลุกไหม้ได้ง่ายและสามารถเผาไหม้ต่อไปได้เอง (2) ของเหลวที่จุดติดไฟต่ำกว่า 21 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่ใช่สารไวไฟสูงมาก (3) สารที่ทำปฏิกิริยากับความชื้นแล้วให้สารไวไฟ	เก็บให้ห่างจากเปลวไฟ ประกายไฟและความร้อน

สัญลักษณ์/ ประเภทอันตราย	ความเป็นอันตราย	ข้อควรระวัง
 **O** สารออกซิไดซ์ (ช่วยให้ไฟลุก)	สารเคมีที่ไม่ลุกไหม้เอง แต่สามารถให้ออกซิเจนได้เมื่อสัมผัสกับสารซึ่งลุกไหม้ แล้วเร่งการลุกไหม้ได้	หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสารเคมีที่ไวไฟ ระวังอันตรายจากการจุดติดไฟ เมื่อเกิดไฟไหม้สารนี้จะเร่งให้ไฟไหม้มากขึ้น และทำให้การดับไฟยากขึ้น
 **T^+/T** เป็นพิษมาก / เป็นพิษ	การสูดดม กลืนกิน หรือดูดซึมผ่านผิวหนังแม้เพียงปริมาณเล็กน้อย จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพหรืออาจถึงตายได้ ถ้ารับสารเข้าไปในปริมาณมากหรือสะสมต่อเนื่องเป็นเวลานานจะมีอาการรุนแรง และอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอย่างถาวร ก่อให้เกิดมะเร็ง ทำอันตรายต่อทารกในครรภ์และเกิดการกลายพันธุ์	หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสารเคมีที่ไวไฟ ระวังอันตรายจากการจุดติดไฟ เมื่อเกิดไฟไหม้สารนี้จะเร่งให้ไฟไหม้มากขึ้น และทำให้การดับไฟยากขึ้น
 **Xn** เป็นอันตราย	การสูดดม การกลืนกิน หรือซึมผ่านผิวหนังอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันหรือเรื้อรัง ถ้าใช้อย่างไม่เหมาะสมอาจเกิดผลเสียต่อสุขภาพ อาจก่อให้เกิดมะเร็ง ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ มีพิษต่อระบบสืบพันธุ์ และถ้าสูดดมก็อาจก่อให้เกิดอาการแพ้	หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับร่างกายทุกรูปแบบ ให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษสำหรับสารก่อมะเร็ง สารก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ สารที่มีพิษต่อระบบสืบพันธุ์

สัญลักษณ์/ ประเภทอันตราย	ความเป็นอันตราย	ข้อควรระวัง
 กัดกร่อน	ทำลายเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิต และกัดกร่อนอุปกรณ์การทดลองได้	ป้องกันตา ผิวหนัง และเสื้อผ้าเป็นพิเศษ อย่าสูดดมไอของสารกลุ่มนี้ ในกรณีที่มีอุบัติเหตุหรือรู้สึกไม่สบายให้ปรึกษาแพทย์ทันที
 **Xi** ระคายเคือง	ไม่มีสมบัติกัดกร่อน แต่ถ้าผิวหนังหรือเยื่อเมือกสัมผัสสารนี้ก็อาจก่อให้เกิดอาการบวม เกิดอาการแพ้ได้	หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตา ผิวหนัง และการสูดดมไอของสาร
 **N** อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	ปล่อยสู่สภาพแวดล้อมจะทำให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทันที	อย่าปล่อยสู่ระบบสุขาภิบาล ดิน หรือสิ่งแวดล้อม และปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ของการกำจัดด้วยวิธีการพิเศษเฉพาะของสารแต่ละชนิด
 กัมมันตรังสี	ได้รับปริมาณมากและเฉียบพลันจะเสียชีวิตใน 24 ชั่วโมง ได้รับต่อเนื่องเป็นเวลานานก่อให้เกิดโรคมะเร็ง และอาจเกิดการกลายพันธุ์ **ขนาดปลอดภัย** ของผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับน้อยกว่า 50 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี **ซีเวิร์ต** (Sievert) ตัวย่อ Sv, 1 Sv = 1 J/kg	หลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยไม่จำเป็น ทั้งคน เครื่องมือ และสิ่งแวดล้อม อย่าเก็บใกล้บริเวณที่ทำงาน

http://www.sc.chula.ac.th/msds/table.htm

8. แหล่งความรู้เกี่ยวกับสารเคมีที่มีอันตราย

ครูต้องให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยจากสารเคมีที่มีอันตรายแก่นักเรียนที่เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ และแนะนำแหล่งสืบค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้หรือเวปไซต์ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงและมีความระมัดระวังอันตรายจากสารในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างเวปไซต์ให้ความรู้ที่เกี่ยวกับสารเคมี มีดังนี้

(1) สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กองควบคุมวัตถุมีพิษ กระทรวงสาธารณสุข http://www.fda.moph.go.th

(2) กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ http://www.doa.go.th/home/01.html

(3) กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม http://www.diw.go.th

(4) ข้อมูลระบบการจัดการสารเคมี (Chemtract) http://www.trf.or.th

(5) ฐานข้อมูลสารเคมีอันตรายเพื่อการอ้างอิง http://chemtrack.trf.or.th/

(6) Computer-Aided Management of Emergency Operations (CAMEO) http://www.epa.gov/ceppo/cameo/index.htm

(7) United State National Library of Medicine http://www.nlm.nih.gov

(8) ฐานข้อมูลสมุนไพร สำนักงานข้อมูลสมุนไพร โดยคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ http://www.medplant.mahidol.ac.th

(9) Download program ALOHA

http://www.epa.gov/ceppo/cameo/aloha.htm

(10) Download program Marplot

http://www.epa.gov/ceppo/cameo/marplot.htm

(11) Download program Marmaps

http://www.epa.gov/ceppo/cameo/marpas.htm

บรรณานุกรม

คณะผู้วิจัยโครงการปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุมีพิษในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี. **เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่องการจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการ.** พิมพ์ครั้งที่ 12, กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2541.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรการอบรมผู้ช่วยปฏิบัติการฟิสิกส์.** กรุงเทพมหานคร: 2542.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการผู้ช่วยปฏิบัติการวิชาเคมี.** กรุงเทพมหานคร: 2542.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **เอกสารประกอบการอบรมพนักงานวิทยาศาสตร์ ประจำห้องปฏิบัติการชีววิทยา.** กรุงเทพมหานคร: 2542.

Architects and Building Branch Department for Education and Employment. **Science Accommodation in Secondary Schools (Building Bulletin 80, Revised 1999).** London: 1999.

Biehle, Jame T.; La Moine L. Motz and Sandra S. West**. NSTA Guid to School Science Facilities**. Arlington, VA: National Science Teachers Association, 1999.

Department for Education and Employment. **Safety in Science Education.** 3rd. ed. London: Stationary Office, 1999.

Skoog, Douglas A. et. al. **Fundamentals of Analytical Chemistry.** 7th. ed. London: Harcourt College, 1995.

Houghton College Department of Physics. **Student Safety Contract.** http://www.campus.houghton.edu/personnel/myuly/courses/phys152/safty%20contract.htm, 2003.

Holt High School. **Laboratory Safety Rules and Biology Safety Contract.** http://www.Bama.ua.edu/~mtt001/labrules.htm, 2003.

The United Nations. **Hazard Warning Labels.** http://www.sc.chula.ac.th/msds/table.htm, 2003.

ภาคผนวก

ตัวอย่างแบบบันทึกการประเมินผลการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การประเมินผลการจัดห้องปฏิบัติการจะต้องพิจารณาทั้งบริเวณที่ตั้ง คุณลักษณะที่สำคัญของห้องปฏิบัติการ การจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ การจัดระบบความปลอดภัยและสิ่งอำนวยความสะดวกรวมทั้งการบริหารจัดการ ซึ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในตอนที่ 2 ทั้ง 9 มาตรฐาน การประเมินสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ (1) ผู้ดูแลรับผิดชอบห้องปฏิบัติการประเมินด้วยตนเอง หรือ (2) คณะกรรมการหรือผู้ที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน การประเมินทั้งสองลักษณะมีจุดประสงค์เพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้ได้มาตรฐานที่สูงขึ้นตามลำดับ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการประเมินและการบันทึกผลการประเมินที่ประกอบด้วย

1. พิจารณาแต่ละเกณฑ์ย่อย ตรวจสอบรายละเอียดของแต่ละเกณฑ์ย่อยตามมาตรฐานในตอนที่ 2 และบันทึกผลการประเมินลงในช่อง**ผ่าน** เมื่อห้องปฏิบัติการมีส่วนประกอบที่มีลักษณะหรือสมบัติตามเกณฑ์ย่อยนั้น หรือบันทึกลงในช่อง**ไม่ผ่าน** เมื่อไม่มีส่วนประกอบนั้นหรือมีแต่ลักษณะหรือสมบัติไม่ตรงตามเกณฑ์ พร้อมแสดงเหตุผลประกอบด้วย

2. สรุปผลการประเมินแต่ละมาตรฐาน โดยรวบรวมจำนวนเกณฑ์ย่อยที่ผ่านการประเมินในขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดในมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ตอนที่ 2) แล้วสรุปผลการประเมินแต่ละมาตรฐานตามที่ได้

3. สรุปการประเมินผลการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยบันทึกผลการประเมินแต่ละมาตรฐานลงในตารางสรุปผลการประเมิน ในกรณีที่ผู้อื่นเป็นผู้ประเมินอาจมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมด้วยก็ได้ เพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะมาตรฐานที่ยังมีข้อบกพร่อง

ตัวอย่างแบบบันทึกการประเมินผลการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ชื่อสถานศึกษา…… ที่อยู่……..
ห้องปฏิบัติการวิชา……. เลขที่ห้อง……ผู้รับผิดชอบ……..
ผู้ประเมิน……. (ประเมินตนเอง/ผู้อื่นประเมิน)

โปรดบันทึกลงในช่อง**ผ่าน** เมื่อห้องปฏิบัติการมีส่วนประกอบที่มีลักษณะหรือสมบัติตามเกณฑ์ย่อยนั้น หรือบันทึกลงในช่อง**ไม่ผ่าน** เมื่อไม่เป็นไปตามเกณฑ์ย่อยพร้อมบันทึกเหตุผลประกอบ แล้วสรุปผลการประเมินของแต่ละมาตรฐานเป็น **ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับพื้นฐาน** หรือ **ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน**

รายการประเมิน	**ผลการประเมินเกณฑ์ย่อย**	
	ผ่าน	**ไม่ผ่าน (เหตุผลประกอบ)**
1. ขนาดและลักษณะของห้องปฏิบัติการ 1.1 รูปร่างของห้องปฏิบัติการ สี่เหลี่ยมจตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านกว้าง : ยาว = 1 : 1.2	☐	☐…… ……
1.2 พื้นของห้องปฏิบัติการเรียบ ไม่ลื่น สีเข้มปานกลาง	☐	☐…… ……
1.3 พื้นที่ทำปฏิบัติการแบ่งเป็น - พื้นที่สาธิต - พื้นที่ทำปฏิบัติการกลุ่ม - พื้นที่เก็บวัสดุ/อุปกรณ์และสารเคมี	☐	☐…… ……
1.4 ขนาดของห้องปฏิบัติการ (n = จำนวนนักเรียน) (1) 16 + 1.8n (2) 26 + 1.8n (3) 36 + 1.8n	☐ ☐ ☐	☐…… ……
1.5 การจัดครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ - สะดวกในการนำมาใช้ - สะอาดเรียบร้อย	☐	☐…… ……
ผลการประเมินมาตรฐาน 1	☐ ระดับสูง ☐ระดับปานกลาง ☐ระดับพื้นฐาน ☐ ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน	

รายการประเมิน	ผลการประเมินเกณฑ์ย่อย	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน (เหตุผลประกอบ)
2. ครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ 2.1 โต๊ะสาธิต - สูงกว่าโต๊ะทำปฏิบัติการ - วัสดุอุปกรณ์ประกอบการสอน	☐	☐…… ……
2.2 เก้าอี้และโต๊ะทำปฏิบัติการ - จำนวนเพียงพอ - โต๊ะใช้ทำปฏิบัติการเป็นกลุ่มได้ - พื้นที่โต๊ะ 0.3 – 0.56 ม.^{2}/ คน - เก้าอี้ปรับระดับได้ แข็งแรง ปลอดภัย	☐	☐…… ……
2.3 ตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี - ทำด้วยไม้หรือโลหะขนาดพอเหมาะ - โครงสร้างแข็งแรง ปรับระดับแต่ละชั้นได้	☐	☐…… ……
2.4 อ่างน้ำ - มีขนาดตามมาตรฐานทำด้วยวัสดุทน สารเคมีและความร้อน - จำนวนอ่างน้ำ (เฉลี่ย 6 คน/1อ่าง) - ระบบน้ำใช้และน้ำทิ้งมีประสิทธิภาพ	☐	☐…… ……
2.5 ป้ายนิเทศ - มีบอร์ดติดผนังหรือเคลื่อนที่ - วางไว้ให้เห็นได้ชัดเจน - เป็นระเบียบ สะอาด ใช้ได้สะดวก	☐	☐…… ……
2.6 ตู้ควัน (เฉพาะห้องปฏิบัติการเคมี) - ขนาดเหมาะสมกับห้องปฏิบัติการ - ดูดแก๊สหรือควันออกอย่างมีประสิทธิภาพ - ทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี	☐	☐…… ……
ผลการประเมินมาตรฐาน 2	☐ ระดับสูง ☐ระดับปานกลาง ☐ระดับพื้นฐาน ☐ ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน	

รายการประเมิน	ผลการประเมินเกณฑ์ย่อย	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน (เหตุผลประกอบ)
3. การระบายอากาศของห้องปฏิบัติการ 3.1 ลักษณะทั่วไป - ที่ตั้งห้องปฏิบัติการไม่อับทึบ - ประตูและหน้าต่างมีจำนวนเพียงพอและใช้งานได้ดี	☐	☐..... .....
3.2 การระบายอากาศด้วยพัดลม - มีจำนวนพัดลมเพียงพอ - ใช้งานได้ดี	☐	☐..... .....
3.3 การระบายอากาศด้วยเครื่องดูดอากาศ - ติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสม - อากาศหมุนเวียนได้ดี	☐	☐..... .....
ผลการประเมินมาตรฐาน 3	☐ ระดับสูง ☐ระดับปานกลาง ☐ระดับพื้นฐาน ☐ ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน	

รายการประเมิน	ผลการประเมินเกณฑ์ย่อย	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน (เหตุผลประกอบ)
4. ความสว่างของห้องปฏิบัติการ 4.1 ความสว่างที่ได้รับจากภายนอก - มีแสงสว่างจากภายนอกเพียงพอ	☐	☐..... .....
4.2 ความสว่างที่เป็นผลจากวัสดุหรือครุภัณฑ์ - ครุภัณฑ์ไม่ปิดกั้นแสงสว่าง - วัสดุที่ประกอบห้องช่วยให้มีความสว่าง	☐	☐..... .....
4.3 ความสว่างจากแสงไฟฟ้า - จำนวนหลอดไฟฟ้าเพียงพอ - ความสะอาดของหลอดไฟฟ้า	☐	☐..... .....
4.4 ความสว่างจากการใช้อุปกรณ์ปรับแสง - มีม่านหรือฉากปรับแสงได้พอเหมาะ	☐	☐..... .....
ผลการประเมินมาตรฐาน 4	☐ ระดับสูง ☐ระดับปานกลาง ☐ระดับพื้นฐาน ☐ ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน	

รายการประเมิน	ผลการประเมินเกณฑ์ย่อย	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน (เหตุผลประกอบ)
5. ระบบไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบไฟฟ้า) 5.1 การใช้กระแสไฟฟ้า - ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้รวมกันไม่เกินขนาดของมิเตอร์ของสถานศึกษา	☐	☐..... .....
5.2 การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า - แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าติดตั้งในบริเวณที่เหมาะสม - อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งสายไฟ เต้ารับ เต้าเสียบตรงตามมาตรฐาน	☐	☐..... .....
5.3 ระบบควบคุมไฟฟ้ารวม - จัดระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าแยกจากห้องเรียนอื่น - แยกระบบควบคุมไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการแต่ละห้อง	☐	☐..... .....
5.4 ระบบควบคุมไฟฟ้าเฉพาะส่วน - แยกระบบควบคุมไฟฟ้าของแสงสว่างออกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ	☐	☐..... .....
ผลการประเมินมาตรฐาน 5	☐ ระดับสูง ☐ระดับปานกลาง ☐ระดับพื้นฐาน ☐ ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน	

รายการประเมิน	ผลการประเมินเกณฑ์ย่อย	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน (เหตุผลประกอบ)
6. ระบบน้ำของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบน้ำ) 6.1 การวางระบบน้ำ - ท่อน้ำมีขนาดใหญ่พอให้ไหลได้สะดวก - วางแผนผังการเดินท่อน้ำเป็นระบบอย่างดี - มีการระบายน้ำเสียออกได้สะดวก	☐	☐..... .....
6.2 การควบคุมการใช้น้ำ - ติดตั้งปั๊มควบคุมระบบน้ำใช้แยกตามอาคารหรือระดับชั้น	☐	☐..... .....
6.3 ท่อน้ำ - ทำด้วยพลาสติกหรือเหล็กกันสนิม - ข้อต่อทุกส่วนประสานกันอย่างดี		☐..... .....
6.4 อ่างน้ำและก๊อกน้ำ - มีคุณภาพสูงเหมาะกับห้องปฏิบัติการ - ใช้สะดวกและมีที่กรองกากวัสดุ	☐	☐..... .....
ผลการประเมินมาตรฐาน 6	☐ ระดับสูง ☐ระดับปานกลาง ☐ระดับพื้นฐาน ☐ ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน	

รายการประเมิน	ผลการประเมินเกณฑ์ย่อย	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน (เหตุผลประกอบ)
7. ระบบแก๊สของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบแก๊ส) 7.1 การวางระบบ - ระบบส่งแก๊สตรงตามมาตรฐาน - ที่เก็บถังแก๊สจัดแยกจากส่วนอื่น	☐	☐..... .....
7.2 ท่อแก๊ส - มีขนาดตามมาตรฐานเหมาะกับแรงดัน - ทำจากวัสดุกันความร้อนได้ดี - การเดินท่อแก๊สเรียบร้อยและปลอดภัย	☐	☐..... .....
7.3 จุดจ่ายแก๊ส - อยู่ในบริเวณที่ใช้สะดวกและปลอดภัย	☐	☐..... .....
7.4 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบในระบบแก๊ส - ใช้วัสดุที่มีคุณภาพสูง - หัวจ่ายแก๊สและวาล์วเปิด – ปิด มีระบบควบคุมที่ดี	☐	☐..... .....
ผลการประเมินมาตรฐาน 7	☐ ระดับสูง ☐ระดับปานกลาง ☐ระดับพื้นฐาน ☐ ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน	

รายการประเมิน	ผลการประเมินเกณฑ์ย่อย	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน (เหตุผลประกอบ)
8. การจัดห้องเสริมปฏิบัติการ 8.1 ส่วนจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี - จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีเป็นระบบ ปลอดภัยและสะดวกในการใช้ - ตรวจสอบสม่ำเสมอและมีการซ่อมแซม	☐	☐..... .....
8.2 ส่วนเตรียมปฏิบัติการ - แบ่งพื้นที่เตรียมการ วางวัสดุอุปกรณ์และพื้นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่	☐	☐..... .....
8.3 ส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้ - มีเอกสารอ้างอิง ชั้นวางของ อ่างน้ำ - บอร์ดหรือป้ายนิเทศ - บริเวณที่นักเรียนใช้ปฏิบัติการทดลอง/ทำโครงงานวิทยาศาสตร์	☐	☐..... .....
8.4 ส่วนพนักงานเทคนิค - ที่ทำงานธุรการและงานบริการ - บริเวณเตรียมงานปฏิบัติการ - บริเวณซ่อมแซมอุปกรณ์และสื่อ	☐	☐..... .....
8.5 เรือนเพาะชำ (เฉพาะห้องปฏิบัติการชีววิทยา) - จัดได้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์	☐	☐..... .....
8.6 ห้องเลี้ยงสัตว์ (เฉพาะห้องปฏิบัติการชีววิทยา) - ขนาดและลักษณะเหมาะกับการใช้งาน - สะดวกในการใช้และมีความสะอาด	☐	☐..... .....
ผลการประเมินมาตรฐาน 8	☐ ระดับสูง ☐ระดับปานกลาง ☐ระดับพื้นฐาน ☐ ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน	

รายการประเมิน	ผลการประเมินเกณฑ์ย่อย	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน (เหตุผลประกอบ)
9. การบริหารจัดการและความปลอดภัย 9.1 ข้อกำหนดการใช้ห้องปฏิบัติการ - ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการ - มีแผนผังตำแหน่งของอุปกรณ์เกี่ยวกับความปลอดภัย	☐	☐……..…… ……
9.2 ลักษณะของห้องปฏิบัติการ - ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ - ความสะอาดเรียบร้อยของโต๊ะทำปฏิบัติการ	☐	☐…… ……
9.3 การจัดเก็บสารเคมี - จัดเก็บสารเคมีจำแนกตามประเภทสารและความเป็นอันตราย - มีการตรวจสอบอายุการใช้งานและความสะอาดของภาชนะ	☐	☐…… ……
9.4 การจัดเก็บอุปกรณ์ - จัดเก็บอย่างมีระบบเป็นระเบียบ - จำแนกตามประเภท ขนาดและลักษณะของอุปกรณ์	☐	☐…… ……
9.5 การติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง - มีจำนวนเพียงพอและมีประสิทธิภาพสูง - ติดตั้งในบริเวณที่ใช้ได้สะดวก - ตรวจสอบอายุการใช้งานเสมอ	☐	☐…… ……..……..
9.6 การซ่อมบำรุง - ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์และครุภัณฑ์ที่ชำรุดและซ่อมแซมอย่างเป็นระบบ - ซ่อมบำรุงระบบสาธารณูปโภคสม่ำเสมอ	☐	☐……..…… …..……..

รายการประเมิน	ผลการประเมินเกณฑ์ย่อย	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน (เหตุผลประกอบ)
9.7 การสื่อสาร - ติดตั้งโทรศัพท์ภายนอกและภายในทุกห้อง	☐	☐……..…..…… ……
9.8 การเก็บกุญแจต่าง ๆ - มีตู้เก็บกุญแจอย่างเป็นระบบ นำออกใช้ได้สะดวก	☐	☐……..…..……. ……
ผลการประเมินมาตรฐาน 9	☐ระดับสูง ☐ระดับปานกลาง ☐ระดับพื้นฐาน ☐ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน	

สรุปการประเมินผลการจัดห้องปฏิบัติการวิชา……เลขที่ห้อง……..

โปรดบันทึกผลการประเมินมาตรฐาน 1 ถึงมาตรฐาน 9 ลงในตารางสรุป พร้อมข้อเสนอแนะ (ถ้ามี)

มาตรฐาน	ผลการประเมินอยู่ในมาตรฐานระดับ			ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน
	สูง	ปานกลาง	พื้นฐาน	
1	☐	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐	☐
4	☐	☐	☐	☐
5	☐	☐	☐	☐
6	☐	☐	☐	☐
7	☐	☐	☐	☐
8	☐	☐	☐	☐
9	☐	☐	☐	☐

ข้อเสนอแนะของผู้ประเมิน (ถ้ามี) ……..……...

……..…….

……...

ลงชื่อ……..

(…….)

ผู้ประเมินผลการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการดำเนินงานจัดทำและผู้เข้าร่วมประชุมพิจารณา คู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ที่ปรึกษา

นายพิศาล สร้อยธุหร่ำ	ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสุนีย์ คล้ายนิล	ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ

คณะกรรมการดำเนินงานจัดทำคู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

นายปรีชาญ เดชศรี	ผู้ช่วยผู้อำนวยการและรักษาการหัวหน้าสาขาประเมินมาตรฐาน
นางปราณี มีกุล	ผู้เชี่ยวชาญสาขาประเมินมาตรฐาน
นางสาวสุปราณี ธานยวาสย์	ผู้ชำนาญสาขาประเมินมาตรฐาน
นายเกรียงไกร เจนพานิช	สาขาประเมินมาตรฐาน
นางสาวขวัญใจ อนุศาสนนันท์	สาขาประเมินมาตรฐาน
นางสาวจิรวรรณ สรุปราษฎร์	สาขาประเมินมาตรฐาน
นางสาวประกฤติยา ทักษิโณ	สาขาประเมินมาตรฐาน
นางสาวพัชราวลัย มีทรัพย์	สาขาประเมินมาตรฐาน
นายไพบูลย์ ปัทมวิภาต	สาขาประเมินมาตรฐาน
นางสาววาสนา กีรติจำเริญ	สาขาประเมินมาตรฐาน
นางสาวสายฝน จิตประเสริฐไชย	สาขาประเมินมาตรฐาน

ผู้เข้าร่วมประชุมพิจารณาคู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

นายกนกศักดิ์ ทองตั้ง	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา
นางสาวทิพวรรณ สุดปฐม	สาขาวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา
นายราม ติวารี	สาขาฟิสิกส์

นางสาวสุพรรณี ชาญประเสริฐ	สาขาเคมี
นางสาวอรสา ชูสกุล	สาขาชีววิทยา
นางสาวณัฐวิภา เตชะเพชรไพบูลย์	โรงเรียนพุทธจักรวิทยา
นางธนัตฐา ศรีกะชา	โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา
นางสาวธาริดา สริยาภรณ์	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
นายบุญฉลอง ศรีเสาวลักษณ์	โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางเขน
นางสาวลัดดาวรรณ เจริญศักดิ์ศิริ	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คณะบรรณาธิการ

นายปรีชาญ เดชศรี

นางปราณี มีกุล

นางสาวสุปราณี ธานยวาสย์