รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาผลกระทบของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา ของศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)

The effect of the gamma-ray irradiation fluorescent lamp of the irradiation center at Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)

โดย

นางสาวจิตรา แจ่มดวง รหัสนักศึกษา 6040209112

โปรแกรมวิชาฟิสิกส์

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้เข้ามาปฏิบัติงานตามโครงการสหกิจศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ตั้งแต่วันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึง วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2564 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีคุณค่ามากมาย สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาเรื่องการศึกษาผลกระทบของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา ของศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ให้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาและสนับสนุน ดังนี้

1. นายธีรวัฒน์ อุทาพงษ์ ตำแหน่ง วิศวกรนิวเคลียร์
2. นายลภัส ธีรธรรมประชา ตำแหน่ง วิศวกรนิวเคลียร์
3. นายสมคิด เชาว์ช่างเหล็ก ตำแหน่ง วิศวกรนิวเคลียร์
4. นางสาวเหนือตะวัน ธำรงศิริภาคย์ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์
5. นางสาวกานต์วลี พังชา ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์

รวมทั้งบุคลากรในศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการจัดทำรายงานฉบับนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. พัฒนพงษ์ จำรัสประเสริฐ และ อาจารย์วัชระ พรกวีรัตน์ ที่คอยให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำเพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำรายงานและจัดทำเล่มรายงานให้เสร็จสมบูรณ์

ทั้งนี้ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ที่ได้รับข้าพเจ้าเข้าสหกิจศึกษาและเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ในการประกอบการทำรายงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้

ผู้วิจัย

ชื่อโครงงาน การศึกษาผลกระทบของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาของศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
ชื่อผู้ศึกษา นางสาวจิตรา แจ่มดวง
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์วัชระ พรกวีรัตน์
พนักงานที่ปรึกษา นายธีรวัฒน์ อุทาพงษ์
พนักงานที่ปรึกษา นายลภัส ธีระธรรมประชา
สถานที่ศึกษา สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
สถานประกอบการ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ภายในห้องฉายรังสีแกมมาโคบอลต์-60 ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) โดยทำการนำหลอดฟลูออเรสเซนต์มาฉายรังสีแกมมาในปริมาณรังสี 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 และ 200 กิโลเกรย์พร้อมทั้งวัดปริมาณความเข้มแสงด้วยลักซ์มิเตอร์พบว่าหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์มีสีเข้มขึ้นเมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นและปริมาณความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีค่าลดลงเมื่อมีการฉายรังสีแกมมาในปริมาณรังสีที่มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งปริมาณความเข้มแสงลดลงถึง 54.57 เปอร์เซ็นต์ จากความปริมาณเข้มของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ก่อนฉายและทำการวัดปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมาหลังจากที่มีการเปลี่ยนหลอดไฟภายในห้องฉายแล้ว ได้มีการเก็บค่าปริมาณความเข้มแสงในบริเวณจุดแกนกลางต้นกำเนิดรังสี พาเลทที่1 พาเลทที่2 พาเลทที่3 และ พาเลทที่4 พบว่า จุดที่วัดปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ทั้ง 5 จุดอยู่ในช่วง 26.36-45.30 ลักซ์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่ามาตรฐานที่กระทรวงแรงงานกำหนดคือค่า 100-200 ลักซ์และเมื่อมีการใช้งานฉายรังสีก็จะทำให้ความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมาลดลงกว่าเดิม

คำสำคัญ : หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์, ความเข้มแสง, รังสีแกมมา

Project Title The effect of the gamma-ray irradiation fluorescent lamp of the irradiation center at Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)

Student Name Miss Jitra Jamdoung

Advisors Mr. Watchara Pornkaveerat

Supervisor Mr. Teerawat Utawong, Mr. Lapas teeratumpacha

Academy Departmant of Physics, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

Workplace Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)

Year 2020

Abstract

This study aimed to study the effect of the gamma-ray irradiation fluorescent lamp of the irradiation center at Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization). The fluorescent lamps were irradiated with gamma rays at the amount of radiation 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 and 200 kGy, as well as measuring the light intensity by lux Meter. It was found that the fluorescent lamp was darker when irradiated with gamma radiation increased and the light intensity of the fluorescent lamp decreased when the gamma radiation dose was irradiated. That is more as well. Which the light intensity decreased to 54.57% from the intensity of the fluorescent lamp before it was projected. And measure the amount of light intensity inside the gamma irradiation room after the lamp in the projection room has been changed. The light intensity values were collected in the center area, pallet1, pallet2, pallet3 and pallet4.It was found that the light intensity of the 5 points of the fluorescent lamp was found. In the range of 26.36-45.30 lux, which is less than the standard set by the Ministry of Labor is 100-200 lux and when the radiation is used, it will cause the light intensity inside the gamma radiation room to be lower than before.

Keywowrds: Fluorescent Lamp, Light Intensity, Gamma

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
ส่วนที่ 1	1
1. สถานที่ตั้ง	2
2. ประวัติความเป็นมา	2
3. ลักษณะของสถานประกอบการ	3
4. รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร	4
5. ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ	14
6. ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	19
7. ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	19
ส่วนที่ 2	20
บทที่ 1 บทนำ	21
1.1 ที่มาและความสำคัญ	21
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	22
1.3 ขอบเขตการวิจัย	22
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	22
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
2.1 ระบบแสงสว่าง	23
2.2 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	27
2.3 ลักซ์มิเตอร์	38
2.4 รังสีแกมมา	38
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	45
3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	45
3.2 การวัดปริมาณรังสี	46

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 ฉายรังสีแกมมาหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	47
3.4 การวัดปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมา	48
บทที่ 4 ผลและวิเคราะห์ผล	50
4.1 ผลการวัดปริมาณรังสี	50
4.2 ผลการทดลองฉายรังสีแกมมาหลอดไฟ	51
4.3 ผลการวัดปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมา	54
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	56
5.1 สรุปผลการวิจัย	56
5.2 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา	59
ประวัติผู้วิจัย	71

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1. สารไอโซโทปรังสีที่ผลิตจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย 6
2. สารไอโซโทปปฐมภูมิกับสารประกอบต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในทางการแพทย์ 7
3. สารเภสัชที่นำมาติดฉลากกับเทคนีเชียม-99เอ็ม 7
4. สารเภสัชที่นำมาติดฉลากกับเทคนีเชียม-99เอ็มสำหรับผู้ป่วยเฉพาะราย 8
2.1 ปริมาณความเข้มแสงสำหรับพื้นที่และการทำงานต่างๆ 27
2.2 สีของหลอดไฟที่ใช้สารเรืองแสงชนิดต่างๆ 30
4.1 แสดงปริมาณรังสีที่อ่านจาก Alanine Dosimeter 50
4.2 แสดงปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 52
4.3 แสดงปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมา 54

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1. สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 2
2. งานบริการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย 5
3. สารเภสัชสำเร็จรูปของ เทคนีเชียม-99เอ็ม 8
4. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่นำมาตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี 9
5. บริการตวจและออกใบรับรองความปลอดภัยทางรังสีของหีบห่อบรรจุ 10
6. งานบริการสอบเทียบเครื่องวัดรังสี 11
7. งานบริการฉายรังสีแกมมา 11
8. งานบริการฉายรังสีอิเล็กตรอน 12
9. งานบริการฉายรังสีนิวตรอน 12
10. งานบริการวัดกัมมันตรังสีในอัญมณี 13
11. ชั่งน้ำหนักและตรวจเช็คอัญมณี 14
12. แบบคำขอรับบริการฉายรังสี 14
13. การติด Product Code 15
14. นำอัญมณีมาจัดใส่ภาชนะ 15
15. ภายในห้องฉายรังสีแกมมา 16
16. การเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา 16
17. โปรแกรม PTMS หน้า SBNs 17
18. โปรแกรม HMI หน้า SBN 18
19. โปรแกรม HMI หน้า System Status 18
2.1 แสดงปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผิววงกลม 24
2.2 เครื่องวัดปริมาณการส่องสว่าง 26
2.3 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 28
2.4 หลักการทำงานของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 29
2.5 โครงสร้างของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 31
2.6 แสดงหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์ 31
2.7 ตัวอย่างหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง 32
2.8 ตัวอย่างหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม 33
2.9 ตัวอย่างหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตัวยู 33

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.10 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทต่างๆ	34
2.11 แสดงลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์	35
2.12 แสดงบัลลาสต์ ใช้ประกอบหลอดฟลูออเรสเซนต์	36
2.13 แสดงสตาร์ทเตอร์ ใช้ประกอบหลอดฟลูออเรสเซนต์	36
2.14 แสดงการต่องวงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์	37
2.15 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก	40
2.16 ปรากฏการณ์คอมป์ตัน	40
2.17 ทิศทางการเคลื่อนที่ของแกมมาโฟตอนจากปรากฏการณ์คอมป์ตัน	41
2.18 การเกิดแพร์โพดักชันและแอนนิฮิเลชัน	42
3.1 ต้นกำเนิดรังสีแกมมา	45
3.2 เครื่องมือวัดปริมารรังสี Alanine blister	46
3.3 ติด Alanine dosimeter บริเวณหลอดไฟ	46
3.4 การฉายรังสีหลอดฟลูออเรสเซนต์บริเวณรอบต้นกำเนิดรังสี	47
3.5 การวัดค่าปริมาณความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์	48
3.6 ลักซ์มิเตอร์	48
3.7 ห้องฉายรังสีแกมมา	49
4.1 เครื่องอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์	50
4.2 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ก่อนฉายรังสี	51
4.3 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์หลังฉายรังสี	52
4.4 กราฟแสดงปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	53
4.5 การฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่หลอดไฟได้รับและปริมาณความเข้มแสง	55
ก.1 โปรแกรมแสงดเมื่อฉายรังสีครบตามเวลาที่กำหนด	60
ก.2 แสดงแถบ Ozone vent Time-out	60
ก.3 สมุดบันทึกเวลาการฉายรังสี	61
ก.4 โปรแกรม Excel สำหรับบันทึกข้อมูลในการฉายรังสี	61
ก.5 แสดงสถานะของแท่งรังสี	62
ก.6 แสดงแผงหน้าตู้ควบคุม	62
ก.7 แสดงการควบคุมเมื่อเปิดประตูห้องฉายรังสี	63

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ก.8 แสดงแผงหน้าตู้ควบคุมเพื่อทำการเปิดประตูห้องฉายรังสี 63
ก.9 แสดงระบบประตูห้องฉายรังสี 63
ก.10 แสดงการเปิดประตูกรงเหล็กห้องฉายรังสี 64
ก.11 แผ่นวัดรังสีประจำตัวบุคคลและ Survey meter 64
ก.12 แสดงตำแหน่างในการฉายรังสีภายในห้องฉายรังสีแกมมมา 65
ก.13 แสดงแผงหน้าตู้ควบคุมเพื่อตรวจสอบภายในห้องฉายรังสีแกมมา 65
ก.14 แสดงการปิดประตู 65
ก.15 แสดงการตรวจสอบเวลาในการฉายรังสี 66
ก.16 แสดงการกำหนดรูปแบบในการฉายรังสี 66
ก.17 แสดงการควบคุมเมื่อพร้อมในการเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา 67
ก.18 แสดงการกำหนดเวลาในการฉายรังสีแกมมา 67
ก.19 แสดงสถานะของแท่งรังสี 68
ก.20 แสดงการแจ้งเตือนสถานะ Plant log 68
ก.21 บันทึกข้อมูลและรายละเอียดในการฉายรังสีในสมุดบันทึก 68
ก.22 แสดงการหยุดเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา 69
ก.23 แสดงการบันทึกเวลาหยุดฉายลงในสมุดบันทึก 69
ก.24 แสดงตารางการแจ้งฉายรังสีแกมมา 70

ส่วนที่ 1

ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

สถาบันนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สทน.

Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization) : TINT

ภาพที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

1. สถานที่ตั้ง

9/9 หมู่ที่ 7 ต.ทรายมูลอ.องครักษ์จ.นครนายก 26120

2. ประวัติความเป็นมา

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือสทน.เป็นหน่วยงานในกำกับของกระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม ได้แยกออกจากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเมื่อวันที่ 21 เมษายน 2549 ตามพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) โดยมีคณะกรรมการบริหารดูแลจัดการให้การดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์การจัดตั้ง

2.1 วิสัยทัศน์

เป็นสถาบันชั้นนำในการวิจัยที่ใช้นิวเคลียร์แก้ไขปัญหาของประเทศ

2.2 พันธกิจ

2.2.1 วิจัยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์และการประยุกต์ใช้

2.2.2 ให้บริการเทคโนโลยีนิวเคลียร์และผลิตผลิตภัณฑ์ไอโซโทปรังสี

2.2.3 ให้บริการทางวิชาการส่งเสริมสนับสนุนและถ่ายทอดเทคโนโลยีทางด้านวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ตลอดจนการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรด้านการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีนิวเคลียร์

2.2.4 วิจัยการใช้ประโยชน์จากพลังงานปรมาณูและสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องตลอดจนด้านความปลอดภัยนิวเคลียร์การตรวจวัดปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อมและการป้องกันอันตรายจากรังสี

2.3 ยุทธศาสตร์

2.3.1 สร้างเสริมการวิจัยพัฒนาเพื่อให้ได้นวัตกรรมและสินค้าและบริการใหม่ด้วยเทคโนโลยีนิวเคลียร์ทดแทนการนำเข้าแก้ไขปัญหาของประเทศด้านเทคโนโลยีนิวเคลียร์และสร้างการยอมรับในระดับนานาชาติ

2.3.2 พัฒนาคุณภาพการให้บริการประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความตระหนักความรู้ความเข้าใจความชื่นชมความเชื่อมั่นเกี่ยวกับเทคโนโลยีนิวเคลียร์และส่งเสริมความรับผิดชอบต่อชุมชนและสังคม

2.3.3 สร้างเสริมประสิทธิภาพในการดำเนินงานของสถาบันให้เป็นองค์กรที่มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาสร้างนวัตกรรมกระบวนการและการบริการและจัดตั้งเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เครื่องใหม่

2.3.4 พัฒนาองค์กรโดยสร้างบุคลากรให้มีทีมงานที่มีศักยภาพสูงส่งเสริมวัฒนธรรมองค์กรแห่งการเรียนรู้เพิ่มพูนขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงานสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับต่างประเทศและพัฒนาคุณภาพชีวิตการทำงานของเจ้าหน้าที่

2.3.5 ส่งเสริมการกำกับดูแลกิจการที่ดี

3. ลักษณะของสถานประกอบการ

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทน. เป็นหน่วยงานในกำกับของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยมีคณะกรรมการสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติควบคุมดูแลกิจการและการดำนินงานของสถาบัน เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการจัดตั้ง ซึ่งมีภารกิจหลักในการวิจัยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ มีการผลิตและบริการผลิตภัณฑ์ไอโซโทปรังสี การจัดการกากกัมมันตรังสี การให้บริการทางด้านวิชาการ การส่งเสริมสนันสนุนและถ่ายทอดเทคโนโลยีทางด้านวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ ตลอดจนการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรด้านการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีนิวเคลียร์ การวิจัยการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์และยังมีในด้านความปลอดภัยทางนิวเคลียร์และรังสี การตรวจวัด ปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อม การป้องกันอันตรายจากรังสี การดำเนินงานด้านความปลอดภัย ความมั่นคงปลอดภัย และการพิทักษ์ความปลอดภัยทางนิวเคลียร์และรังสี

4. รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ ได้มีการจัดการรูปแบบองค์กรและการบริหารงานขององค์กรในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้บริการและพัฒนางานงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนิวคลียร์ โดยสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติมีภารกิจหลัก 2 ส่วนดังนี้

4.1 การให้บริการ เผยแพร่และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์ของประเทศ

1. งานบริการตรวจสอบวิเคราะห์หอกลั่นโดยเทคนิคเชิงนิวเคลียร์

การตรวจวิเคราะห์หอกลั่นโดยอาศัยคุณสมบัติของรังสีแกมมาที่สามารถทะลุผ่านตัวกลางภายในหอกลั่นโดยปริมาณความเข้มของรังสีที่ผ่านขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัตถุตัวกลางนั้นๆเป็นการนำเทคโนโลยีนิวเคลียร์มาประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมปิโตรเลียมปิโตรเคมีเพื่อตรวจหาความผิดปกติของโครงสร้างภายในหอกลั่นและสภาวะการผลิตภายในหอกลั่นที่เป็นต้นเหตุทำให้ไม่สามารถกลั่นผลผลิตได้ตามความต้องการทั้งคุณภาพและปริมาณการตรวจวิเคราะห์โดยเทคนิคเชิงนิวเคลียร์นี้สามารถทราบผลได้ทันทีและดำเนินการได้โดยไม่ต้องหยุดกระบวนการผลิตผลการตรวจวิเคราะห์หากเกิดความผิดปกติของโครงสร้างภายในหอกลั่นก็สามารถวางแผนเตรียมการจัดหาอุปกรณ์ที่เสียหายไว้ล่วงหน้าเพื่อเป็นการช่วยลดระยะเวลาในการซ่อมบำรุงและหากสภาวะการผลิตผิดปกติก็สามารถปรับปัจจัยการผลิตลดการสูญเสียวัตถุดิบที่เป็นต้นทุนการผลิตลงการวิเคราะห์หอกลั่นเป็นส่วนหนึ่งของการให้บริการทางวิชาการแก่ภาคอุตสาหกรรมปิโตรเลียมปิโตรเคมีเพื่อลดต้นทุนการผลิตและการซ่อมบำรุงอีกด้วย

2. งานบริการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุในตัวอย่าง

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติได้ให้บริการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเชิงนิวเคลียร์เพื่อการตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณธาตุองค์ประกอบในตัวอย่างประเภทต่างๆเทคนิควิเคราะห์เชิงนิวเคลียร์ที่รู้จักกันดีและเป็นที่นิยมอย่างมาก คือ

2.1 เทคนิคการเรืองรังสีเอ็กซ์ (X-Ray Fluorescence : XRF) ซึ่งสามารถใช้วิเคราะห์องค์ประกอบธาตุในตัวอย่างทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยสามารถวิเคราะห์ธาตุได้หลายธาตุพร้อมกัน เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และรวดเร็ว

2.2 เทคนิคการอาบนิวตรอน (Neutron Activation Analysis : NAA) เป็นเทคนิควิเคราะห์เชิงนิวเคลียร์อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งนอกจากจะสามารถใช้วิเคราะห์ ธาตุได้หลายธาตุพร้อมกันแล้วยังเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นวิธีที่มีความไวของการวิเคราะห์สูงมาก รวมทั้งมีความถูกต้อง แม่นยำสูง เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ เชิงปริมาณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับธาตุที่มีปริมาณน้อยมากในตัวอย่าง หรือในกรณีที่มีตัวอย่างน้อย ซึ่งอาจไม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยวิธีอื่น

3. งานบริการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

ตามปกติในกิจกรรมอุตสาหกรรมต่างๆจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนวัสดุผลิตภัณฑ์หรือตรวจสอบโครงสร้างเพื่อการซ่อมบำรุงอยู่เป็นประจำการตรวจสอบนั้นสามารถทำได้หลายวิธีทั้งที่ต้องทำลายและไม่ต้องทำลายชิ้นงานที่นำมาทดสอบการตรวจสอบโดยวิธีไม่ทำลายเป็นที่นิยมแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมเพราะไม่ทำให้ชิ้นงานที่นำมาทดสอบเกิดความเสียหายซึ่งมีหลายวิธีเช่น

3.1 การตรวจสอบด้วยตา (Visual Inspection)

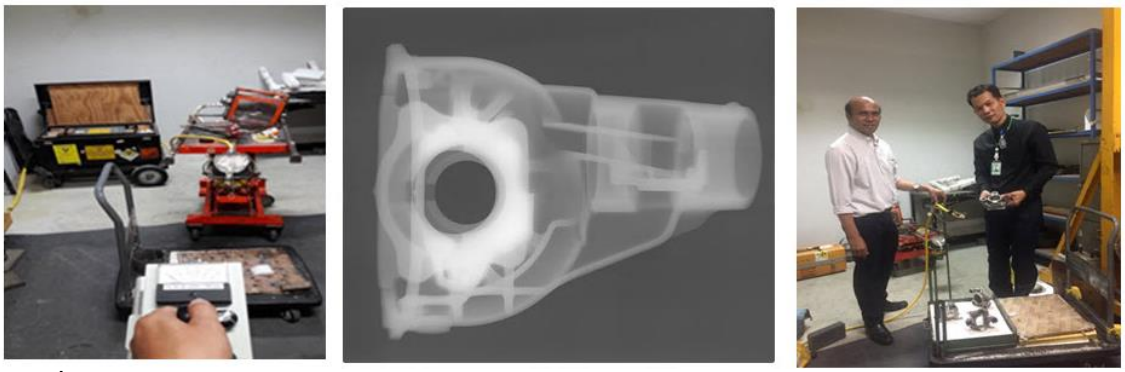
3.2 การตรวจสอบด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic Testing)

3.3 การตรวจสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก (Magnetic Particle Testing)

3.4 การตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม (Penetrant Testing)

3.5 การตรวจสอบด้วยกระแสวน (Eddy Current Testing)

การนำรังสีมาใช้เป็นหนึ่งในวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายเรียกว่า"การถ่ายภาพด้วยรังสี (Radiography)"การถ่ายภาพด้วยรังสีใช้หลักการเดียวกับการฉายรังสีเอ็กซ์ทางการแพทย์นั่นคือฉายรังสีผ่านตัวกลางหรือผลิตภัณฑ์แล้วกระทบลงบนแผ่นฟิล์มไปวิเคราะห์ผลบริเวณที่ตัวกลางมีความหนาแน่นมากรังสีจะผ่านไปยังฟิล์มได้น้อยเมื่อนำฟิล์มไปล้างจะได้ออกมาเป็นสีจางหรือสีขาวในทางกลับกันบริเวณที่รังสีทะลุผ่านได้มากเช่นรูรั่วต่างๆจะปรากฏบนฟิล์มเป็นสีเข้มหรือดำ



ภาพที่ 2 งานบริการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

4. งานบริการเปลี่ยนถ่ายวัสดุกัมมันตรังสีในภาคอุตสาหกรรม

ปัจจุบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์ได้เข้ามามีบทบาทในการพัฒนากระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง โดยการนำเทคนิคทางรังสีมาประยุกต์ใช้ เช่น การใช้รังสีเบตาในการตรวจและควบคุมความหนาของกระบวนการผลิตกระดาษ การใช้รังสีติดตามเพื่อการตรวจหาอัตราการไหลของของเหลว รวมถึงการควบคุมปริมาณความสูงของของเหลวในถังปิดโดยการใช้สาร

กัมมันตรังสี เป็นต้น ในกระบวนการต่างๆ ที่กล่าวมานั้นสารกัมมันตรังสีจะถูกบรรจุอยู่ภายในเครื่องมือวัดเชิงนิวเคลียร์ (Nucleonic Gauges) และเมื่อระยะเวลาผ่านไปปริมาณกัมมันตภาพรังสีจะมีปริมาณลดลงตามคุณสมบัติธรรมชาติของสารกัมมันตรังสี โดยระยะเวลาจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารแต่ละชนิดไป หากปริมาณกัมมันตภาพรังสีมีปริมาณลดลงจนไม่สามารถทำให้ระบบทำงานได้อย่างปกติแล้วจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนถ่ายวัสดุกัมมันตรังสีตัวใหม่ทดแทนตัวเก่า เพื่อให้กระบวนการผลิตตอบสนองได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติมีบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการเปลี่ยนถ่ายวัสดุกัมมันตรังสีดังกล่าว โดยสามารถให้บริการในพื้นที่ตามที่ผู้ขอรับบริการต้องการได้

5. งานบริการผลิตสารไอโซโทป

ศูนย์ไอโซโทปรังสีของสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) มีภารกิจหลักคือดำเนินการผลิตสารไอโซโทปรังสี (Radioisotopes) สารประกอบติดฉลากรังสีและสารเภสัชสำเร็จรูป สารประกอบไอโอดีน-131,สารประกอบเทคนีเซียม -99 เอ็ม , สารประกอบซาแมเรียม-153 และสารประกอบฟอสฟอรัส-32 ให้กับทางโรงพยาบาล และสถาบันต่างๆ รวมทั้งการฉายรังสีผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ อีกด้วย งานผลิตไอโซโทปรังสี เพื่อใช้ในการแพทย์ โดยการใช้รังสีจากไอโซโทปสำหรับการตรวจวินิจฉัยโรคและการบำบัดรักษาโรคเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆเช่น ทางการแพทย์ ทางการเกษตร การศึกษาวิจัย เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ไอโซโทปรังสีที่ผลิตโดยศูนย์ไอโซโทปรังสีสำหรับงานบริการแบ่งเป็น 4 ประเภทคือ

5.1 สารไอโซโทปปฐมภูมิ (Primary Isotopes)

ตารางที่ 1 แสดงสารไอโซโทปรังสีที่ผลิตจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย

สารไอโซโทปรังสี	รูปแบบ	ประโยชน์
^{131}I	$Na^{131}I$	- รักษาโรคไฮเปอร์ไทรอยด์ (Hyperthyroidism) - รักษามะเร็งที่ต่อมไทรอยด์ (Thyroid cancer) - ตรวจสอบการทำงานของต่อมไทรอยด์ (Thyroid Uptake)
^{153}Sm	$^{153}SmCl_3$	- นำมาใช้ในการผลิต ^{153}Sm-EDTMP, ^{153}Sm-MA
^{32}P	$H_3{}^{32}PO_4$	- สำหรับการศึกษาและงานวิจัยทางการเกษตร
^{68}Ga	$^{68}GaCl_3$	- สำหรับใช้ในการผลิต ^{68}Ga-Dotatate, ^{68}Ga-PSMA เป็นต้น
^{99m}Tc	$Na^{99m}TcO_4$	- นำมาใช้ในการติดฉลากกับสารเภสัชสำเร็จรูปของ ^{99}mTc - ถ่ายภาพต่อมไทรอยด์

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

5.2 สารประกอบติดฉลากรังสี (Labeled Compounds)

ตารางที่ 2 แสดงสารไอโซโทปปฐมภูมิมาติดฉลากกับสารประกอบต่างๆเพื่อนำมาใช้ในการตรวจวินิจฉัยหรือรักษาทางการแพทย์

ชนิด	ประโยชน์
^{131}I-MIBG	- ตรวจวินิจฉัยและรักษามะเร็งที่เนื้อเยื่อส่วนกลางของต่อมหมวกไต
^{153}Sm-EDTMP	- บรรเทาอาการปวดจากมะเร็งที่แพร่กระจายไปที่กระดูก
^{153}Sm-Hydroxyapatite	- รักษาโรคเยื่อหุ้มข้ออักเสบ
^{68}Ga-Dotatate	- ตรวจวินิจฉัยเนื้องอกของระบบต่อมไร้ท่อ
^{177}Lu-Dotatate	- รักษาเนื้องอกของระบบต่อมไร้ท่อ

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

5.3 สารเภสัชสำเร็จรูปของ เทคนีเชียม-99เอ็ม (Radiopharmaceutical Kits)

ตารางที่ 3 แสดงสารเภสัชที่นำมาติดฉลากกับเทคนีเชียม-99เอ็ม เพื่อใช้สำหรับการตรวจวินิจฉัย

ชนิด	ประโยชน์
MDP	- ตรวจวินิจฉัยกระดูกและถ่ายภาพสมอง
DTPA	- ตรวจอัตราการกรองของไตทางโกลเมอรูลาร์
MAA	- ตรวจวินิจฉัยปอด
DMSA	- ตรวจวินิจฉัยการอักเสบของเนื้อไต
DMSA(V)	- ตรวจวินิจฉัย Medulla Thyroid Cancer
Phytate	- ตรวจวินิจฉัยตับ ม้ามและปอด
DISIDA	- ตรวจวินิจฉัยทางเดินน้ำดี
Stannous	- ตรวจวินิจฉัยและระบุตำแหน่งเลือดออกในกระเพาะอาหารและลำไส้
MAG_3	- ตรวจวินิจฉัยการอักเสบของเนื้อไต
EC	- ตรวจวินิจฉัยระบบทางเดินปัสสาวะ
ECD	- ตรวจวินิจฉัยการไหลดวียนของเลือดในสมอง
Hynic-TOC	- ตรวจวินิจฉัยเนื้องอกของระบบต่อมไร้ท่อ
Ciprofloxacin	- ตรวจวินิจฉัยการอักเสบ
MIBI	- ตรวจวินิจฉัยการทำงานกล้ามเนื้อหัวใจ

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

ภาพที่ 3 สารเภสัชสำเร็จรูปของ เทคนีเชียม-99เอ็ม (Radiopharmaceutical Kits)

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

5.4 สารเภสัชรังสีพร้อมใช้

ตารางที่ 4 แสดงสารเภสัชรังสีที่ติดฉลากกับเทคนีเชียม-99เอ็มซึ่งเป็นยาที่เตรียมสำหรับผู้ป่วยเฉพาะรายบรรจุอยู่ในหลอดยาฉีดพร้อมใช้

ชนิด	ประโยชน์
^{99m}Tc-MDP	- ตรวจวินิจฉัยกระดูก
^{99m}Tc-DMSA	- ตรวจวินิจฉัยการอักเสบของเนื้อไต
$^{99m}MAG_3$	- ตรวจวินิจฉัยระบบทางเดินปัสสาวะ
^{99m}Tc-EC	- ตรวจวินิจฉัยระบบทางเดินปัสสาวะ
^{99m}Tc-ECD	- ตรวจวินิจฉัยการไหลเวียนของเลือดในสมอง
^{99m}Tc-Hynic-TOC	- ตรวจวินิจฉัยเนื้องอกของระบบต่อมไร้ท่อ
^{99m}Tc-Ciprofloxacin	- ตรวจวินิจฉัยการอักเสบ
^{99m}Tc-MIBI	- ตรวจวินิจฉัยการทำงานกล้ามเนื้อหัวใจ

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

6. การตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

ศูนย์ฉายรังสีสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติมีห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาที่มีความพร้อมทั้งทางด้านบุคลากรและเครื่องมือในการให้บริการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและการตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคชนิดอื่นๆแก่ผู้ที่มาขอใช้บริการฉายรังสี โดยจะให้บริการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น วัตถุดิบสมุนไพร แคปซูลสมุนไพร อาหาร เครื่องเทศและอาหารสัตย์ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังให้บรการตรวจยืนยันชนิดของแบคทีเรีย Gram negative, Geam positive, Bacilli และ Anaerobic โดยใช้เครื่อง VITEX ที่มีมาตรฐานข้อมูลทางด้านชีวเคมีของ

แบคทีเรียแต่ละชนิดโยจำแนกออกเป็น Genus และยืนยันผลเป็นเปอร์เซ็นต์ ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา ของสถาบันรับการรับรอง species ISO/IEC 17025:2005

7. บริการตรวจพิสูจน์อาหารที่ผ่านการฉายรังสีด้วยเทคนิค PSL

ทางสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) เปิดให้บริการตรวจพิสูจน์อาหารที่ผ่านการฉายรังสีด้วยเทคนิค photostimulated luminescence (PSL) ซึ่งเป็นการตรวจพิสูจน์อาหารประเภทเครื่องเทศสมุนไพร เครื่องปรุงรส อาหารแห้งหรือส่วนประกอบของอาหารจากพืชหรือสัตว์ซึ่งมีลักษณะแห้ง เพื่ออำนวยความสะดวกแก่หน่วยงานเอกชนนักศึกษาและหน่วยงานราชการที่มีความประสงค์ต้องการทราบว่าอาหารผ่านการฉายรังสีมาแล้วหรือไม่ เพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้างานวิจัยและอื่นๆ

8. งานบริการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีสินค้าส่งออก/นำเข้า

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติมีหน่วยงานที่ให้บริการการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีในตัวอย่างสินค้าส่งออกหรือสินค้านำเข้าโดยทำหน้าที่วิเคราะห์สินค้าและออกใบรับรองปริมาณกัมมันตภาพรังสีในตัวอย่างสินค้าประเภทอาหารและผลิตผลทางการเกษตรและอื่นๆที่จะส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัยให้กับผู้บริโภคและยังเป็นการสนับสนุนสินค้าในภาคอุตสาหกรรมของประเทศอีกด้วย

ภาพที่ 4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่นำมาตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

9. งานบริการตรวจประเมินการได้รับรังสีประจำตัวบุคคล

การปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารกัมมันตรังสีหรือวัสดุนิวเคลียร์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานกฎหมายได้กำหนดไว้ว่า ผู้ปฏิบัติงานจะต้องได้รับปริมาณรังสีไม่เกิน 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี โดยเฉลี่ยตลอด 5 ปี ฉะนั้นเพื่อให้ได้รับปริมาณรังสีไม่เกินที่กฎหมายกำหนด จึงได้นำอุปกรณ์วัดรังสีบุคคลมาใช้บันทึกปริมาณการได้รับรังสี เช่น Thermoluminesscent Dosimeter (TLD) หรือ Optical Stimulated Luminescent Dosimeter (OSL) ซึ่งมีหลักการทำงานคล้ายกับ TLD ต่างกันที่ OSL ใช้แสงเลเซอร์เป็นตัวกระตุ้นให้ปล่อยอิเล็กตรอนแทนการใช้ความร้อน และก็สามารถที่จะ

บันทึกปริมาณรังสีได้ทั้ง บีตา แกมมา เอ็กซ์ และนิวตรอน เช่นเดียวกัน ประเภทการให้บริการ คือ อุปกรณ์วัดรังสีประจำบุคคลชนิด Thermoluminesscent Dosimeter (TLD) และ อุปกรณ์วัดรังสีประจำบุคคลชนิด Optical Stimulated Luminescent Dosimeter (OSL)

10. งานบริการตรวจและออกใบรับรองความปลอดภัยทางรังสีของหีบห่อบรรจุ

การเคลื่อนย้ายวัสดุกัมมันตรังสีจะต้องมีมาตรการป้องกัน อันตรายจากรังสี เช่น มาตรฐานของภาขนะหีบห่อที่ใช้บรรจุวัสดุกัมมันตรังสีสำหรับการขนส่ง เพื่อให้มีความมั่นใจด้านความปลอดภัยทางรังสี ก่อนจะเคลื่อนย้าย วัสดุกัมมันตรังสี จะต้องดำเนินการ ตรวจรับรองความปลอดภัยทางรังสี และติดเครื่องหมายกำกับการขนส่งทางรังสี เพื่อให้เป็นไปตามกฎระเบียบของประเทศและสากล นอกจากนี้การให้บริการตรวจรับรองความปลอดภัยทางรังสีและติดเครื่องหมายกำกับการขนส่งทางรังสี ศูนย์บริการฯ ยังให้บริการตรวจสภาพอุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีในอุตสาหกรรม เพื่อให้เป็น ไปตามข้อกำหนดของกฎหมายและความปลอดภัยของอุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีอีกด้วย

ภาพที่ 5 บริการตรวจและออกใบรับรองความปลอดภัยทางรังสีของหีบห่อบรรจุ

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

11. งานบริการสอบเทียบเครื่องวัดรังสี

เครื่องวัดรังสี เช่น เครื่องสำรวจรังสี (Survey Meter) เครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคลชนิดปากกา (Pen-type Pocket Dosimeter) หรือเครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคลชนิดดิจิตอล (Electronic Personal Dosimeter) ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญมากสำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานทางรังสีเพราะนอกจากจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่า ณ ตำแหน่งนั้น มีระดับปริมาณรังสีเท่าใดแล้ว ยังสามารถใช้คำนวณเพื่อหาระยะเวลาที่ปลอดภัยในการปฏิบัติงานบริเวณนั้นได้อีกเช่นกัน ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการสอบเทียบเครื่องวัดรังสีให้มีความเที่ยงตรง และแม่นยำเสมอ

ภาพที่ 6 งานบริการสอบเทียบเครื่องวัดรังสี

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

12. งานบริการฉายรังสีอัญมณี

ศูนย์ฉายรังสี เป็นหน่วยงานของสถาบันนิวเคลียร์แห่งชาติ มีภารกิจในการให้บริการฉายรังสีอัญมณี แก่ผู้ประกอบการอัญมณีและเครื่องประดับ เพื่อเพิ่มมูลค่าของอัญมณี โดยการปรับปรุงสีสันให้เป็นที่ต้องการของตลาดมากข้น โดยศูนย์ฉายรังสีอัญมณีมีบริการที่ครบวางจรดังนี้

12.1 ให้บริการฉายรังสีอัญมณีด้วยรังสีแกมมา ด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมา โดยไอโซโทปรังสี Co-60 การฉายรังสีอัญมณีด้วยรังสีแกมมา มีกำลังผลิตอยู่ที่ 2,400 กิโลกรัมต่อปี นอกจากเพิ่มสีสันให้แก่อัญมณี เพิ่มมูลค่าในการซื้อขายแล้ว ยังไม่ก่อให้เกิดไอโซโทปรังสีใดๆ ภายในเนื้ออัญมณีอีกด้วย

ภาพที่ 7 งานบริการฉายรังสีแกมมา

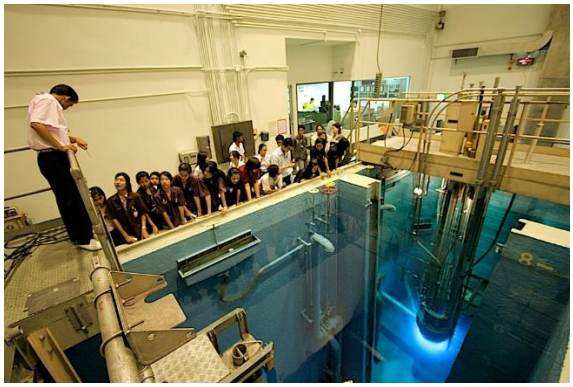
(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

12.2 การฉายรังสีอัญมณีด้วยรังสีอิเล็กตรอน โดยเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนพลังงานสูง ขนาด 20 MeV 10kW ซึ่งเป็นเครื่องที่สร้างมาเพื่อใช้ในการฉายรังสีอัญมณีโดยเฉพาะ มีกำลังการผลิตอยู่ที่ 4,800 กิโลกรัมต่อปี เมื่อนำอัญมณีมาฉายรังสีอิเล็กตรอนจะทำให้เกิดความร้อนเฉพาะที่สูงมาก อาจทำให้อัญมณีแตกร้าวได้ จึงต้องมีการระบายความร้อนด้วยน้ำ อิเล็กตรอนให้ปริมาณรังสีดูดกลืนอัญมณีมากกว่ารังสีแกมมา จึงทำให้ผิวอัญมณีมีสีสันสดกว่า

ภาพที่ 8 งานบริการฉายรังสีแกมมา

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

12.3 การฉายรังสีอัญมณีด้วยรังสีนิวตรอน โดยเครื่องปฏิกรกรณ์นิวเคลียร์ เนื่องจากรังสีนิวตรอนสามารถทะลุทะลวงเข้าไปได้ดีกว่าอิเล็กตรอน เมื่อนำอัญมณีมาฉายรังสีนิวตรอนจะทำให้รับรังสีได้สม่ำเสมอทั่วทั้งก้อน แต่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์กับธาตุต่างๆ ในอัญมณี ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดของอัญมณี จึงต้องปล่อยทิ้งไว้ให้ไอโซโทปรังสีสลายกัมมันตรังสีจนมีระดับรังสีที่ปลอดภัยโดยใช้มาตรฐานสากล คือ ความแรงรังสีต้องไม่เกิน 2 นาโนคูรีต่อกรัม



ภาพที่ 9 งานบริการฉายรังสีแกมมา

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

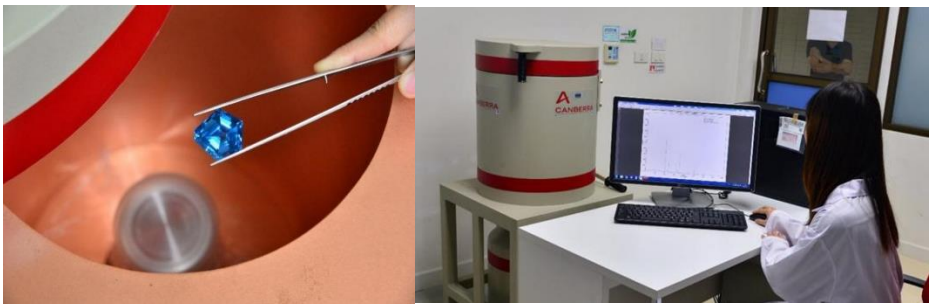
13. งานบริการวัดกัมมันตภาพรังสีในอัญมณี

ศูนย์ฉายรังสี ให้บริการฉายรังสีอัญมณีด้วยรังสีนิวตรอน อิเล็กตรอนและรังสีแกมมา เพื่อปรับปรุงคุณภาพสีของอัญมณี ซึ่งวิธีการสากลและได้รับการยอมรับจากหน่วยงานมาตรฐานของประเทศต่างๆ ในด้านความปลอดภัยในการใช้งาน ภายใต้การดำเนินงานด้วยความรอบคอบและมาตรฐานที่ดี

การปรับปรุงคุณภาพสีของอัญมณีด้วยเทคนิคทงานิวเคลียร์ โดยเฉพาะการฉายรังสีอิเล็กตรอนและนิวตรอนนั้นจะทำให้อัญมณีที่ผ่านกระบวนการเกิดสารกัมมันตภาพรังสีขึ้นภายในเนื้ออัญมณี ซึ่งสารกัมมันตภาพรังสีที่เกิดขึ้นจะมีค่าครึ่งชีวิตสั้นหรือยาวไม่เท่ากันและอาจมีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับธาตุและองค์ประกอบของอัญมณีแต่ละชนิด หลังจากการฉายรังสีอัญมณีจะเข้าสู่การสลายตัวของกัมมันตภาพรังสีซึ่งระยะเวลาที่ต้องใช้เพื่อให้ปรมาณรังสีลดลงจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัยนั้นขึ้นอยู่กับค่าครึ่งชีวิตของธาตุที่เกิดขึ้น เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยคือ ค่าความแรงรังสีไม่เกิน 2 นาโนคูรีต่อกรัม หรือ 74 เบคเคอเรลต่อกรัม

การตรวจพิสูจน์ความปลอดภัยในการใช้งานอัญมณีที่ผ่านการฉายรังสีชนิดอนุภาคเป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการให้บริการฉายรังสีอัญมณี เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ซึ่งส่งผลต่อความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอัญมณีของประเทศ ดังนั้นอัญมณีทั้งหมดที่ผ่านการฉายรังสีอิเล็กตรอนและรังสีนิวตรอนเพื่อปรับปรุงคุณภาพ โดยศูนย์ฉายรังสีจะต้องผ่านขั้นตอนตรวจสอบตามมาตรฐานความปลอดภัย ก่อนที่จะส่งถึงมือผู้ประกอบการและผู้บริโภค

ห้องปฏิบัติการวัดกัมมันตภาพรังสีในอัญมณี ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ISO17025 โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการในขอบข่ายการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของไอโซโทปรังสี แทนทาลัม-182 (Ta-182) แมงกานีส-54 (Mn-54) และสแกนเดียม-46 (Sc-46) ในอัญมณี 3 ชนิด คือ โทแพซ ทัวร์มาลีน และเบริล



ภาพที่ 10 งานบริการวัดกัมมันตรังสีในอัญมณี

(ที่มา : สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. 2563)

5. ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ

5.1 ตำแหน่งงานที่ได้รับมอบหมาย

ผู้ช่วยนักวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์และผู้ช่วยวิศวกรนิวเคลียร์

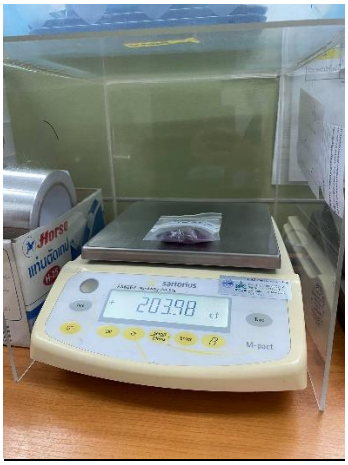
5.2 ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมายได้แก่ บรการลูกค้ารับ-ส่งผลิตภัณฑ์ ควบคุมเครื่องฉายรังสีแกมมาโคบอลต์-60และควบคุมเครื่องเร่งอิเล็กตรอน

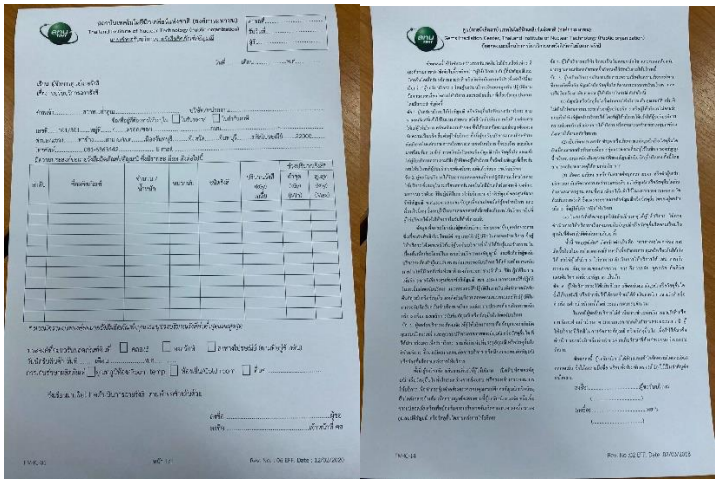
1. บริการลูกค้า รับ-ส่งผลิตภัณฑ์

วิธีการดำเนินการ

1.1 เมื่อมีลูกค้ามาใช้บริการฉายรังสี จะทำการให้ลูกค้ากรอกใบคำขอรับบริการฉายรังสีและนำอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์มาชั่งน้ำหนัก ตรวจเช็คผลิตภัณฑ์หรืออัญมณี ตรวจสอบปริมาณรังสีที่ลูกค้าต้องการจะฉายรังสี



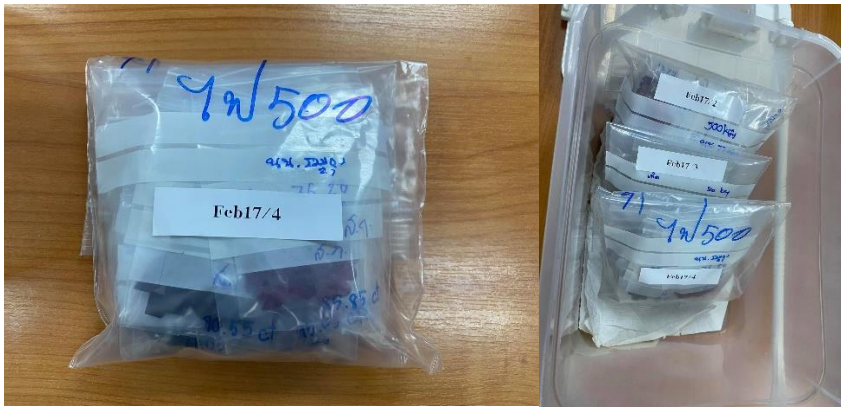
ภาพที่ 11 ชั่งน้ำหนักและตรวจเช็คอัญมณี



ภาพที่ 12 แบบคำขอรับบริการฉายรังสี

1.2 จากนั้นนำใบคำขอรับบริการฉายรังสีมาทำการลงทะเบียนบันทึกข้อมูลของลูกค้าที่นำอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์มาฉายรังสีลงในระบบ e-service ของสถาบันเพื่อออกเลข ศส. และบันทึกข้อมูลอย่างละเอียดอีกครั้งลงใน Excel เพื่อให้ง่ายต่อการส่งคืนผลิตภัณฑ์

1.3 ติด Produce Code หน้าถุงอัญมณี เพื่อเป็นการกำหนดรหัสรายการของลูกค้า จากนั้นก็นำอัญมณีไปยังตู้นิรภัยเพื่อรอการจัดฉายรังสีแกมมาหรือรังสีอิเล็กตรอน



ภาพที่ 13 การติด Produce Code

2. ควบคุมเครื่องฉายรังสีแกมมาโคบอลต์-60

เครื่องฉายรังสีแกมมาโคบอลต์-60 สามารถนำมาใช้ในการฉายรังสีอัญมณีเพื่อเปลี่ยนสีหรือใช้ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อฆ่าเชื้อโรค จุลินทรีย์ พยาธิ ควบคุมการงอกของพืชผักและการแพร่พันธุ์ของแมลงในการเก็บรักษา ยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารสด

วิธีการดำเนินการ

2.1 นำอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์ ที่ทำการลงทะเบียนเรียบร้อยนำมาจัดใส่ภาชนะ เพื่อนำไปฉายรังสีแกมมาโคบอลต์-60 การควบคุมเครื่องฉายรังสีแกมมาจะควบคุมด้วยโปรแกรม Plant Control Module ที่ใช้ควบคุมการขึ้น-ลงของแท่งกำเนิดรังสี ควบคุมการเปิด-ปิดประตู และควบคุมเวลา เป็นต้น

ภาพที่ 14 นำอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์มาจัดใส่ภาชนะ

2.2 เริ่มจากการเปิดประตูห้องฉายรังสีแกมมา นำอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์ที่เตรียมไว้ไปวางในตำแหน่งต่างๆ ภายในห้องฉายรังสีแกมมา แบ่งออกเป็นส่วนบริเวณแกนกลางระหว่างแท่งกำเนิดรังสี บริเวณรอบแท่งกำเนิดรังสีและบริเวณพาเลททั้ง 4 พาเลท โดยบริเวณแกนกลางแท่งกำเนิดรังสีและบริเวณพาเลทสามารถหมุนได้เพื่อให้ได้รับปริมาณรังสีที่เท่ากันทุกจุด

ภาพที่ 15 ภายในห้องฉายรังสีแกมมา

2.3 จากนั้นปิดประตูห้องฉายรังสีแกมมา ทำการเดินเครื่องฉายรังสีตามขั้นตอน แล้วกด START PLANT ทำใส่การเวลาการฉายรังสีตามที่กำหนด จะถูกคำนวณโดยนักวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์

ภาพที่ 16 การเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา

2.4 เมื่อครบกำหนดเวลาการฉายรังสี ทำการเปิดประตูห้องฉายรังสีแกมมา เพื่อนำอัญมณีที่ฉายรังเสร็จแล้วออกมา จากนั้นนำอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์มาที่ห้องบริการลูกค้า เพื่อตรวจสอบก่อนส่งคืน เมื่อตรวจสอบครบแล้วจึงสามารถส่งคืนให้ลูกค้าได้

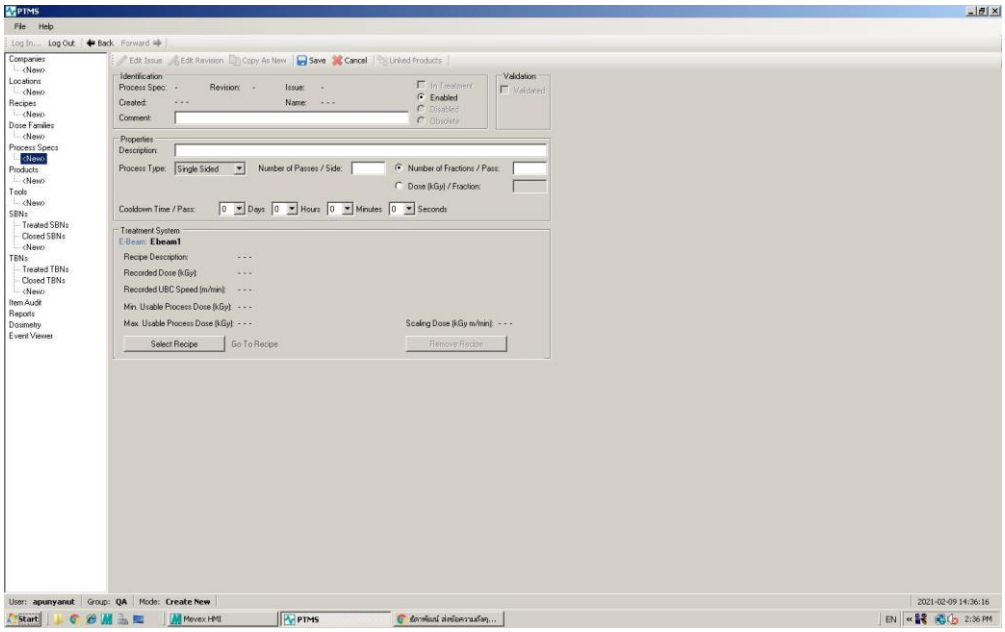
3. ควบคุมเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอน

เครื่องเร่งอิเล็กตรอนพลังงานสูงส่วนใหญ่นำมาใช้ในการฉายรังสีอัญมณีเพื่อปรับปรุงคุณภาพสีของอัญมณีและการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อื่นๆ ควบคุมการงอกของพืชผักและกลายพันธุ์ของพืช

วิธีดำเนินการ

3.1 PTMS (Product Treatment Management System) ไปที่ SBNs คลิกที่

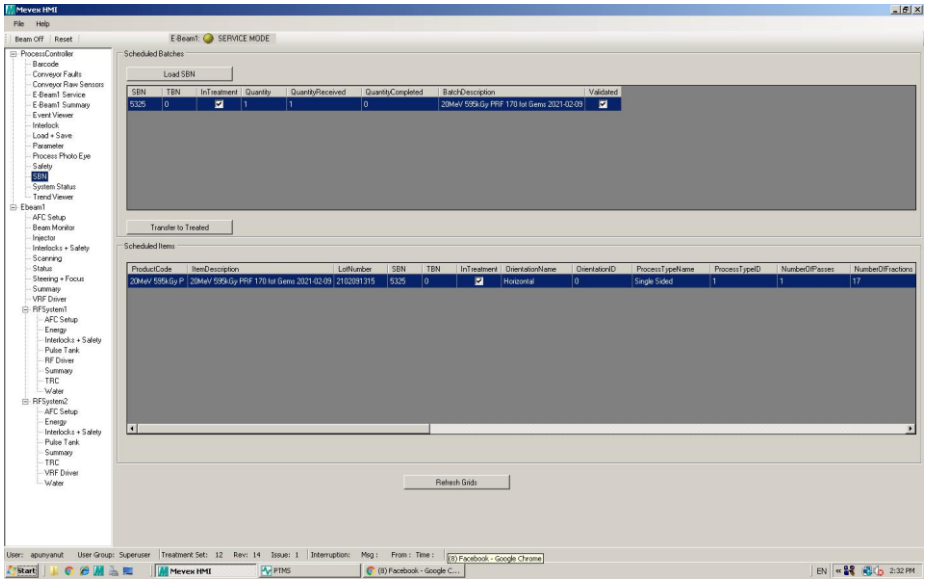
- Comment: ใส่ค่าพลังที่เครื่องฉาย คือ 20 Mev ตามด้วยค่าความเข้มรังสีที่ต้องการฉาย ฉายอะไร และใส่วันที่ (กรณีงานวิจัยใช้ 10 Mev)
- Properties Descriptio: ใส่เหมือนกับ Comment
- คลิก Select Product: เลือกที่สร้างไว้
- Product Quantity: 1
- คลิก Save



ภาพที่ 17 โปรแกรม PTMS หน้า SBNs

3.2 HMI (Human Machine Interface) คลิกที่ SBN

- คลิก Load SBN เพื่อโหลดไฟล์ที่เราสร้างจากโปรแกรม PTMS

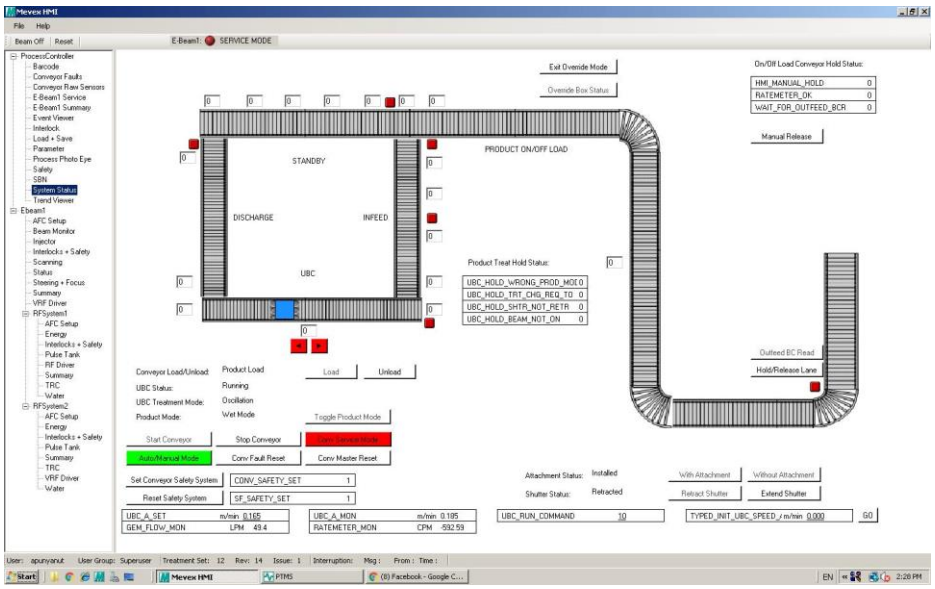


ภาพที่ 18 โปรแกรม HMI หน้า SBN

3.3 System Status (เดินเครื่องเร่งอิเล็กตรอน) ตรวจสอบโหมดถาดว่าถูกต้องหรือไม่

- คลิก Start conveyor

- คลิก Load



ภาพที่ 19 โปรแกรม HMI หน้า System Status

6. ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

นายธีรวัฒน์ อุทาพงษ์ ตำแหน่ง วิศวกรนิวเคลียร์

นายลภัส ธีระธรรมประชา ตำแหน่ง วิศวกรนิวเคลียร์

7. ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ระหว่างวันที่ 30 พฤศจิกายน 2563 ถึง 19 มีนาคม 2564

ส่วนที่ 2

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

แสงสว่างเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง โดยแสงสว่างเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความยาวคลื่นประมาณ 380-780 นาโนเมตร ซึ่งเป็นระยะความยาวคลื่นที่ตามองเห็นได้ ในปัจจุบันมนุษย์ได้ใช้พลังงานแสงสว่างจากธรรมชาติคือพลังงานจากดวงอาทิตย์ ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าและลดค่าใช้จ่ายลงได้ อย่างที่ทราบกันว่า แสงสว่างจากธรรมชาตินี้จะหมดไปในช่วงเวลากลางคืน จึงจำเป็นต้องอาศัยแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า เป็นสิ่งที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์คิดค้นขึ้น ซึ่งหลอดไฟที่นิยมใช้มากที่สุดคือหลอดฟลูอออเรสเซนต์หรือ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง ในยุคเริ่มแรกในทางวิทยาศาสตร์มาจากคุณสมบัติของก๊าซนีออน ที่สามารถเกิดการเรืองแสงได้หลังมีการแตกตัวของนีออนและเกิดการนำไฟฟ้าจนก๊าซร้อนเปล่งแสงออกมา ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ก๊าซอื่นเติมเข้าในหลอดแก้ว เช่น ปรอท อาร์กอน ฮีเลียม และซีนอน เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดการเรืองแสงที่มีสีแตกต่างกัน ด้านในหลอดจะมีการฉาบด้วยผงฟลูออเรสเซนต์ จึงเปลี่ยนมาเรียกว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยแสงสว่างของหลอดไฟต้องมีปริมาณความเข้มแสงที่เหมาะสมในการมองเห็น งานบางชนิดที่มีความละเอียดสูงก็จำเป็นต้องใช้ปริมาณแสงที่เข้มมากกว่างานที่ไม่ต้องการความละเอียด หากแสงมีความเข้มน้อยเกินไปหรือมากเกินไปก็จะส่งผลเสียต่อสายตา ทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากเกินไป อาจจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านนิวเคลียร์มีความก้าวหน้าขึ้นอย่างมาก ที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ได้มีเครื่องฉายรังสีแกมมาโคบอลต์-60 ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการฉายรังสีที่ก่อให้เกิดประโยชน์ เช่น การฉายรังสีอัญมณีเพื่อปรับปรุงสีของอัญมณีให้มีสีสันที่สวยงามและเพิ่มมูลค่า การฉายรังสีผลผลิตทางการเกษตรเพื่อปรับปรุงพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และการฉายรังสีด้านการแพทย์เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ปราศจากเชื้อโรค เป็นต้น ภายในห้องฉายรังสีแกมมามีการสร้างกำแพงคอนกรีตที่หนาทุกด้านเพื่อที่จะช่วยในการกำบังรังสีทำให้แสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ไม่สามารถส่องเข้ามาได้ จึงมีการติดหลอดไฟเพื่อให้มีแสงสว่างและสะดวกต่อการปฏิบัติงาน

จากการที่ได้เข้ามาปฏิบัติงานของโครงการสหกิจศึกษา ที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ณ ศูนย์ฉายรังสี ได้พบว่าหลอดไฟภายในห้องฉายรังสีแกมมามีปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟลดลงอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์มาฉายรังสีแกมมาด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมาโคบอลต์-60 และวัดปริมาณความเข้มแสงหลังผ่านการฉายรังสี เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อหลอดไฟภายในห้องฉายรังสีแกมมา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาผลกระทบของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ภายในห้องฉายรังสีแกมมา

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบถึงผลกระทบของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมมา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงระบบแสงสว่าง หลอดไฟฟลูออดรสเซนต์ เครื่องลักซ์มิเตอร์และรังสีแกมมา เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการทำการทดลอง จึงได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้ได้ดังนี้

2.1 ระบบแสงสว่าง

หลอดไฟมีให้เลือกใช้อยู่มากมายหลายประเภท มีทั้งหลอดไฟที่ให้ความสว่างแตกต่างกันหรือว่าเป็นหลอดที่มีความสว่างเท่ากันแต่เป็นคนละประเภท ซึ่งประสิทธิผลย่อมแตกต่างกัน ดังนั้นก่อนการเลือกติดตั้งหลอดไฟภายในบ้านนั้นควรศึกษาและทำความเข้าใจกับหลอดไฟประเภทต่างๆ ในท้องตลาดว่ามีลักษณะและประเภทการใช้งานอย่างไรเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและยังช่วยประหยัดพลังงานอีกด้วย

2.1.1 องค์ประกอบของระบบ

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้เกิดความสว่างกับพื้นที่ใช้งาน เช่น สำนักงาน ทางเดิน ถนน เป็นต้น ดังนั้นหลักการที่สำคัญในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง คือการติดตั้งุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสว่างเพียงพอกับความต้องการของแต่ละพื้นที่ โดยระบบไฟฟ้าแสงสว่างมี 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. หลอดไฟฟ้า (Lamp) เป็นอุปกรณ์หรือแหล่งกำเนิดแสงแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ หลอดประเภทเผาไส้ (Incandescent Lamp) และหลอดประเภทปล่อยประจุ (Discharge Lamp) เช่นหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดแสงจันทร์ และหลอดเมทัลฮาไลด์

2. บัลลาสต์ (Ballast) เป็นอุปกรณ์ ช่วยในการจุดติดหลอดไฟ ใช้ในหลอดไฟประเภทปล่อยประจุ

3. โคมไฟฟ้า (Luminaire) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมหรือกระจายแสงจากหลอดไฟให้ไปในทิศทางที่ต้องการและมีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของหลอด

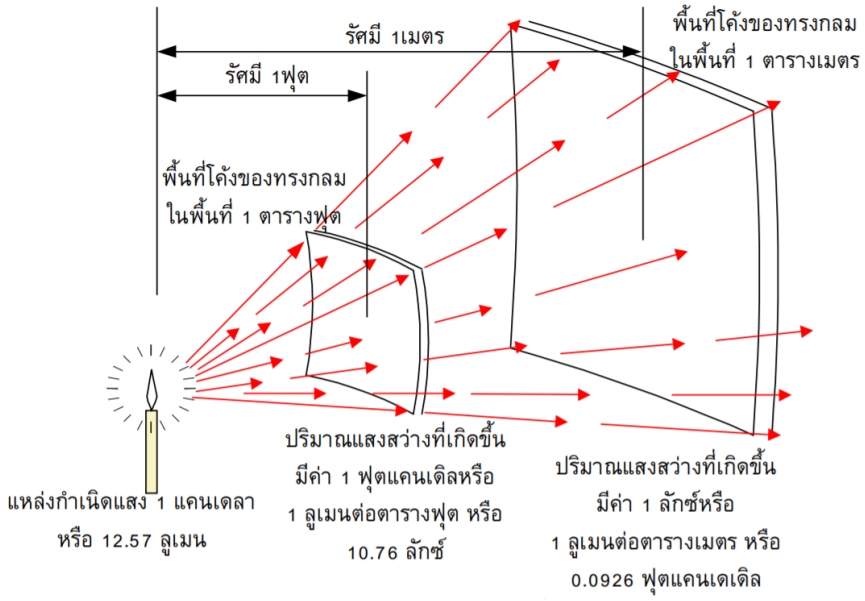
2.1.2 หน่วยวัดปริมาณแสง

แสงสว่างเป็นพลังงานอย่างหนึ่งที่สามารถวัดปริมาณได้เหมือนพลังงานอื่นๆ แต่มีชื่อที่เรียกแตกต่างกันออกไป การวัดปริมาณแสงสว่างอาจจะออกมาในรูปความเข้มของการส่องสว่าง ปริมาณเส้นแรงของแสงสว่าง หรืออยู่ในรูปปริมาณเส้นแรงของแสงสว่างต่อหน่วยพื้นที่ โดยรูปแบบของหน่วยการวัดที่นิยมใช้กับงานชนิดต่างๆ สามารถแยกได้หลายรูปแบบดังนี้

1. ฟลักซ์ส่องสว่าง (**Luminous Flux ; Ø**)

เป็นพลังงานแสงสว่างที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงต่อหน่วยเวลา หน่วยเป็น ลูเมน (Lumen ; lm) ใช้สัญลักษณ์ Ø

1 ลูเมน หมายถึง ปริมาณแสงที่ส่องบนพื้นที่หนึ่งตารางเมตร บนผิวทรงกลมที่มีรัศมีหนึ่งเมตรโดยมีแหล่งกำเนิดแสงหนึ่งแคนเดลาหรือหนึ่งกำลังเทียนวางที่จุดศูนย์กลางของวงกลม ซึ่งเมื่อพิจารณาพื้นที่ทั้งหมดของทรงกลมแล้ว จะมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่เพราะฉะนั้น ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างออกไปได้เท่ากับ 12.57 ลูเมน



ภาพที่ 2.1 แสดงปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผิวทรงกลม

(ที่มา : การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน. ออนไลน์. 2560)

2. ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity ; I)

เป็นความหนาแน่นของฟลักซ์ส่องสว่างหรือพลังงานที่ส่องออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางใดๆ ต่อมุมเชิงของแข็ง (Solid Angle;ω) หน่วยเป็น ลูเมน / สเตอเรเดียนหรือแคนเดลา (Candela ; cd) หรืออาจจะกล่าวได้ว่า แคนเดลาคือ ความเข้มแสงตามทิศทางที่กำหนดไว้

1 แคนเดลา = 12.57 ลูเมน

3. ความส่องสว่าง (luminance,E) หมายถึง ความส่องสว่างที่กระทบลงบนวัตถุมีความสัมพันธ์คือ ปริมาณแสง ลูเมน/พื้นที่ มี 2 หน่วยคือ ลักซ์ (Lux) กับฟุตแคนเดิล (footcandle)

ความส่องสว่าง 1 Lux หมายถึงปริมาณเส้นแรงของแสง 1 ลูเมนไปตกลงบนวัตถุบนพื้นที่ 1 ตารางเมตรบนพื้นผิวของทรงกลม

ความส่องสว่าง 1 fc หมายถึง ปริมาณเส้นแรงของแสง 1 ลูเมนไปตกลงบนวัตถุบนพื้นที่ 1 ตารางฟุตบนพื้นผิวของทรงกลม

$$1\ fc = 1\ Lm / ft^2$$

$$1\ Lux = 1\ Lm / m^2$$

ความส่องสว่างในหน่วยของลักซ์กับฟุตแคนเดิล มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$1\ Lux = 0.0929\ fc$$

$$1\ fc = 10.76\ Lux$$

ค่าของความส่องสว่างบนพื้นผิวใดๆ จะแปรผันโดยตรงกับความเข้มของการส่องสว่างและแปนผกผันกับค่าระยะห่างยกกำลังสอง

$$E = \frac{I}{D^2}$$

E = ความส่องสว่าง

I = ความเข้มของการส่องสว่าง

D = ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงไปยังพื้นทีผิว

4. ความสว่าง (Luminace)

หมายถึง ความส่องสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุ มีหน่วยเป็น แคนเดลา/ตารางเมตรหากวัตถุมีผิวที่มีลักษณะแตกต่างกันหรือมีสีที่ต่างกันก็จะทำให้ค่าความสะท้อนที่ต่างกัน นั่นคือค่าความสว่าง (Luminace) ก็จะต่างกันไปด้วย เช่น หากเราส่องแสงเข้ากระทบกับวัตถุสีขาวก็จะ มีความสว่างมากกว่าวัตถุสีดำ ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับความสว่างคือ

$$L = \rho\ E / \pi$$

L = ความสว่าง แคนเดลา / ตารางเมตร (Candela / m^2)

ρ= สัมประสิทธิการสะท้อนแสงของวัตถุ

E = ความส่องสว่าง ลักซ์ (Lux)

ในการวัดค่าปริมาณแห่งการส่องสว่างที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 แบบ คือ ฟุต แคนเดิลมิเตอร์ (Footcandlemeter) กับ ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) ซึ่งก็มีลักษณะแตกต่างกันไปภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 เครื่องวัดปริมาณการส่องสว่าง

(ที่มา : นาถยา ศิริทอง และคณะ. ออนไลน์. 2557)

2.1.2 ความเข้มของแสงสว่างในการทำงาน

กฎกระทรวงแรงงาน กำหนดมาตรฐานในการบริหารและจัดการด้านความปลอดภัย ชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2549 กำหนดให้สถานประกอบการมีการจัดการให้สถานที่ทำงานมีความเหมาะสม มีความปลอดภัยในการทำงาน ทั้งบริเวณทั่วไปในสถานประกอบการ บริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตที่ลูกจ้างทำงาน บริเวณที่ลูกจ้างต้องทำงานโดยใช้สายตามองเฉพาะจุดหรือต้องใช้สายตาอยู่กับที่ในการทำงาน บริเวณรอบๆ สถานที่ลูกจ้างต้องทำงานโดยใช้สายตามองเฉพาะจุด บริเวณที่กำหนดดังกล่าวต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่ต่ำกว่าที่กฎกระทรวงกำหนดแต่หากมีความเข้มของแสงสว่างมากจนทำให้เกิดความไม่สบายตา นายจ้างต้องใช้หรือจัดให้มีฉาก แผ่นฟิล์มกรองแสง หรือมาตรการอื่นที่เหมาะสมและเพียงพอ เพื่อป้องกันมิให้แสงตรงหรือแสงสะท้อนจากแหล่งกำเนิดแสงหรือดวงอาทิตย์ที่มีแสงจ้าส่องเข้านัยน์ตาลูกจ้างโดยตรงในขณะทำงาน ในกรณีที่ไม่อาจป้องกันได้ต้องจัดให้ลูกจ้างสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตามที่กำหนดไว้เช่น แว่นตาลดแสงกระบังหน้าลดแสง ที่ทำด้วยวัสดุสีที่สามารถลดความจ้าของแสงลงให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสายตา

ทั้งนี้ได้ยกตัวอย่างตารางกฎกระทรวงแรงงานซึ่งแสดงมาตรฐานค่าเฉลี่ยขั้นต่ำของความเข้มของแสงสว่าง ณ บริเวณพื้นที่ทั่วไป เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสม เกิดความปลอดภัยต่อบุคคลในพื้นที่ทั่วไป และบริเวณการทำงาน

ตารางที่ 2.1 ปริมาณความเข้มแสงสำหรับพื้นที่และการทำงานต่างๆ

พื้นที่ใช้งาน	ปริมาณความเข้มแสง(ลักซ์)
ทางเดินและพื้นที่ทำงานภายนอก	20-50
ทางเดินภายใน	50-150
ห้องที่ไม่ได้ใช้ทำงานแบบต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานๆ	100-200
งานที่ใช้สายตาไม่มาก เช่น งานในโรงงาน ชิ้นงานใหญ่	200-500
งานที่ใช้สายตาปานกลาง เช่น สำนักงาน	300-750
งานที่ใช้สายตามาก เช่น งานเขียนแบบ	500-1000
งานที่ใช้สายตามากๆ เช่น งานประกอบชิ้นส่วนเล็ก	750-1500
งานที่ใช้สายตามากเป็นพิเศษ เช่น งานที่ชิ้นส่วนเล็กมาก	1000-2000
งานที่ใช้สายตาเพื่อการทำงานที่พิถีพิถัน เช่นผ่าตัด	มากกว่า 2000

(ที่มา : สำนักความปลอดภัยแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. ออนไลน์. 2559)

2.2 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต เป็นหลอดไฟฟ้าที่จัดได้ว่า เป็นต้นกำเนิดแสงสว่างที่ได้รับความนิยมแพร่หลายมากที่สุด ถูกนำไปใช้ทดแทนแหล่งกำเนิดแสงสว่างเดิมคือ หลอดมีไส้ (Incandescent) สำหรับให้ความสว่างทั่วไป ยกเว้นกรณีของไฟที่ใช้ประดับประดาและการใช้ตามบ้านเรือนเท่านั้น เพราะหลอดฟลูออเรสเซนต์มีประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างสูงพอสมควร และคุณภาพของแสงเป็นแสงสีขาวนวล ซึ่งเหมาะสำหรับการให้แสงสว่างทั่วๆ ไป

2.2.1 ความหมายของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดเรืองแสงประเภทหนึ่ง ให้แสงสว่างโดยการเรืองแสงของสารเรืองแสงภายในหลอดประกอบด้วยหลอดแก้วยาวๆ ที่หัวท้ายจะมีขาหลอดด้านละ 2 ขา ซึ่งอยู่กับอิเลกโทรด(Electrode) ภายในหลอดนี้อิเลกโทรดนี้ทำด้วยโลหะทั้งสเตนเส้นเล็กๆ แล้วเคลือบด้วยวัตถุเคมีเรียกว่าActive material ซึ่งประกอบขึ้นจากแบรเรียม (Barium) และสตรอนเตียมคาร์บอเนต (Strontium Carbonate) ทำหน้าที่กระจายอิเล็กตรอนจากอิเลกโทรดหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่ง ทั้งยังช่วยให้อิเลกโทรดทนทาน ไม่เปราะหรือขาดง่ายเมื่อร้อนจัด ที่หัวท้ายทั้งสองไม่มีส่วนที่เป็นตัวนำต่อถึงกันเลย ภายในบรรจุด้วยไอปรอท และก๊าซอาร์กอน หรือส่วนผสมของก๊าซอาร์กอนและก๊าซนีออน ที่ผิวด้านในของหลอดที่ถูกเคลือบด้วยสารฟอสเฟอร์ (Phosphor) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) ที่เกิดขึ้นภายในหลอดซึ่งตามองไม่เห็นให้เป็นแสงที่ตามองเห็น (visible light)

ภาพที่ 2.3 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

(ที่มา : pui108diy.com. ออนไลน์. 2555)

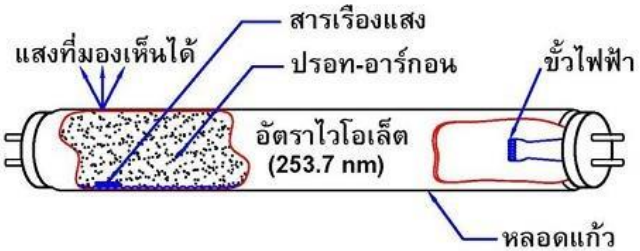
2.2.2 หลักการทำงานเบื้องต้นของหลอดฟลูออเรสเซนต์

นักวิทยาศาสตรได้ค้นพบหลักการเบื้องต้นที่ก่อให้เกิดแสงสว่างมานานหลายปี และจนกระทั่งปพ.ศ. 2481 จึงได้มีการประดิษฐ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ขึ้นมาเป็นหลอดแรก

การทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ อาศัยพลังงานจากแสงอัลตราไวโอเลตซึ่งเกิดขึ้นจากการที่ไอปรอทที่บรรจุไว้ในก๊าซเฉื่อย เช่น พวกก๊าซอาร์กอน คริปตอน หรือ นีออนที่ความดันต่ำได้รับการกระตุ้นจากแหล่งปล่อยพลังงาน (Discharge Source) ให้ไอปรอทปล่อยพลังงานออกมา แสงอัลตราไวโอเลตที่เปล่งออกมานี้จะกระทบเข้ากับผิวในหลอดแก้วที่ฉาบไว้ด้วยสารเรืองแสงที่เรียกว่า ฟอสฟอร์ (Phosphor) หรือ Fluorescent Material ตัวสารเรืองแสงนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนแสงอัลตราไวโอเลตซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ ให้กลายมาเป็นแสงสว่างที่ปรากฏแก่สายตาของมนุษย์ที่จริงแล้วตัวหลอดไฟฟ้านั้น ก็คือหลอดแก้วที่ภายในฉาบไว้ด้วยสารเรืองแสงและถูกดูดอากาศออกจนเกือบหมด มีเพียงปรอทจำนวนเล็กน้อยและก๊าซเฉื่อยภายในที่ปลายทั้งสองของหลอดแก้ว จะมีขั้วไฟฟ้าที่เรียกว่าอิเล็กโทรด (Electrode) เมื่อเปิดสวิตช์ให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนต์ ทางเดินของกระแสผ่านขั้วอิเล็กโทรดจะทำให้ขั้วอิเล็กโทรดร้อนและทำให้สารปล่อยอิเล็กตรอน (Emissive Material) ที่ถูกเคลือบไว้บนไส้หลอดปล่อยอิเล็กตรอนออกมา นอกเหนือจากอิเล็กตรอนที่ปล่อยออกมาโดยความร้อนแล้วก็ยังมีอิเล็กตรอนที่ถูกปล่อยออกมาเนื่องจากความแตกต่างของค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วอิเล็กโทรดทั้ง 2 ข้างด้วย อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงจากขั้วอิเล็กโทรดขั้วหนึ่งไปยังอิเล็กโทรดอีกขั้วหนึ่ง ก่อให้เกิดลำอิเล็กตรอนหรืออาร์ต ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านไอปรอท (ดังรูปที่) ทำให้ไอปรอทได้รับพลังงานจากอิเล็กตรอนและทำให้หลอดได้รับความร้อนและเพิ่มค่าแรงดันไอปรอทจนถึงจุดที่หลอดจะมีประสิทธิภาพสูงสุด

สภาวะที่เกิดขึ้นภายในหลอดแก้วนี้ จะมีคุณลักษณะที่ขึ้นอยู่กับค่าความดันของก๊าซที่อยู่ภายในและค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วอิเล็กโทรดทั้งสอง คุณสมบัติที่สำคัญก็คือ การก่อให้เกิดแสงที่สามารถ

มองเห็นได้ด้วยตาเปลา และแสงอัลตราไวโอเลต เมื่ออิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่เข้าชนกับอะตอมของไอปรอทและทำให้อิเล็กตรอนของไอปรอทกระเด็นออกมาจากวงโคจรของมันอิเล็กตรอนที่หลุดกระเด็นออกมาเหลานี้พยายามที่จะกลับคืนเข้าสูวงโคจรเดิม ดังนั้น มันจะปลอยพลังงานที่ไดรับออกมากอนที่จะเข้าสูสถานะเดิม พลังงานที่มันปลดปลอยออกมานี้สวนใหญแลวจะเปนแสงอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร แสงอัลตราไวโอเลตนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นแสงที่ตาสามารถมองเห็นได้โดยสารเรืองแสง ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเลตเอาไวแลวปลอยแสงที่มีความยาวคลื่นมากกวาออกมา ซึ่งตาของมนุษยสามารถมองเห็นได้โดยแสงอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสม สีของแสงที่ได้จะขึ้นอยูกับส่วนประกอบของสารที่ใชฉาบภายในของหลอดแก้ว หลักการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนตแสดงไวดังรูปที่



ภาพที่ 2.4 หลักการของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์
(ที่มา : เทอดชัย นบธีราสุภาพ. ออนไลน์. 2550)

2.2.3 สารเคลือบเรืองแสง (Phosphor)

สีของแสงสว่างที่เปลงออกมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต จะขึ้นอยูกับสวนประกอบทางเคมีของสารเรืองแสงที่ใช้ฉาบภายในของหลอดฟลูออเรสเซนต การใชสวนผสมที่แตกตางกันไป จะทำให้หลอดฟลูออเรสเซนตมีสีสันตางๆ กัน ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนตจะมีอยูหลายสี เช่น สีขาว สีน้ำเงิน สีเขียว สีทอง สีชมพู และสีแดง เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีหลอดฟลูออเรสเซนตที่ไดรับการฉาบสารเรืองแสงนี้เพื่อใหไดแสงที่เหมาะสมตอการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช หรือใหแสงสีชนิดพิเศษอื่นๆ อีกด้วยสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนตที่ให้สีสันตางๆ กันนี้ เมื่อยังไมได้เปดสวิตซไฟจะยังคงมีสีขาวอยู ยกเว้นหลอดฟลูออเรสเซนตชนิดสีน้ำเงินเข้ม สีทอง สีแดง และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใชแสงเหมือนกับหลอดมีไส้ (Incandescent Fluorescent Lamp) ซึ่งหลอดเหลานี้จะฉาบเม็ดสีขาวเอาไว้ภายในหลอดแก้วกอนที่เคลือบสารเรืองแสงทับลงไป ส่วนชนิดที่ให้สีน้ำเงินออกไปทางดำ (Black Light Blue) จะเปนหลอดชนิดพิเศษที่กรองแสงสีที่มองเห็นได้ด้วยตาเปลาออกไป ซึ่งการใชสารเคลือบเรืองแสงชนิดที่แตกตางกันภายในหลอดฟลูออเรสเซนตจะมีผลทำใหเกิดสีดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2.2 สีของหลอดไฟที่ใช้สารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ

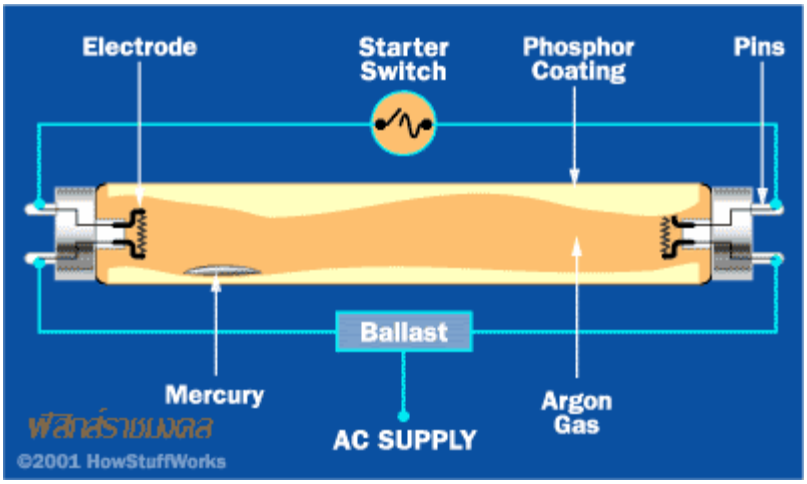
สารฟอสฟอร์ที่ใช้	สีที่ได้จากหลอด
1. แคดเมียมบอเรต (Cadmium Borate)	ชมพู
2. แคลเซียมฮาโลฟอสเฟต (Calcium Halophosphate)	ขาว
3. แคลเซียมซิลิเกต (Calcium Silicate)	ส้ม
4. แคลเซียมทังสเตต (Calcium Tungstate)	น้ำเงิน
5. แมกนีเซียมเจอมาเนท (Magnesium Germanate)	แดง
6. แมกนีเซียมทังสเตต (Magnesium Tungstate)	ขาวน้ำเงิน
7. สตรอนเทียมแฮโลฟอสเฟต (Strontium Halophosphate)	เขียวอ่อน
8. ซิงก์ซิลิเกท (Zinc Silicate)	เขียว

(ที่มา : rmutl.ac.th. ออนไลน์. 2553)

2.2.4 ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์มีส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วน คือ

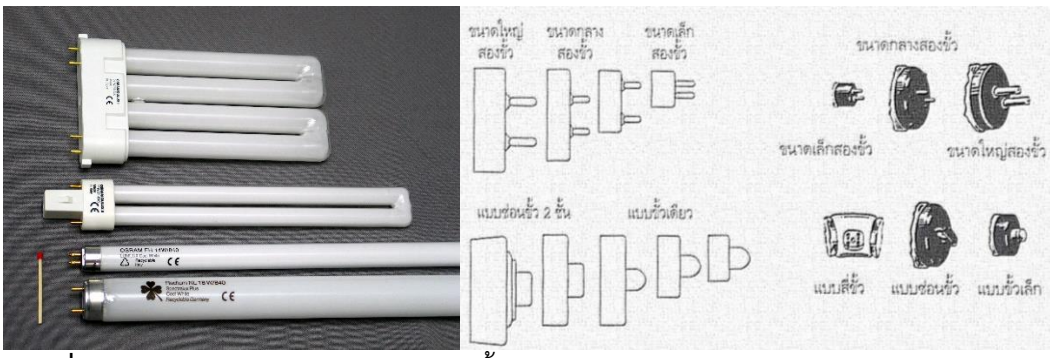
1. ตัวหลอดฟลูออเรสเซต์ (Bulb) หลอดแก้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน เช่น รูปทรงกระบอก รูปวงกลมหรือรูปตัวยู วัตถุประสงค์ก็เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการนำไปใช้งานในสถานที่ต่างๆและมีการจำแนกขนาดตามความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดฟลูออเรสเซนต์ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์จะบรรจุก๊าซเฉื่อยสารปรอท และเคลือบด้วยสารเรืองแสง นอกจากนี้หลอดฟลูออเรสเซต์ยังทำหน้าที่เป็นตัวยึดของแคโทด (Cathode) ก๊าซที่บรรจุอยู่ในหลอดฟลูออเรสเซนต์นี้จะแตกตัวเป็นไอออน (Ion) เมื่อป้อนแรงดันที่ขั้วแคโทดทั้งสอง 2 ข้างของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีค่าสูงพอ เมื่อก๊าซแตกตัวเป็นไอออน ความต้านทานภายทางไฟฟ้าภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ก็จะต่ำลงทันที ทำให้กระแสไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนต์ไปกระทบไอปรอทที่บรรจุอยู่ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไอปรอทนี้จะเปล่งแสงอัลตราไวโอเลตออกมา ซึ่งมีความยาวคลื่นประมาณ 253.7 นาโมเมตรและรังสีที่เกิดขึ้นนี้จะวิ่งไปทั่วทั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อไปกระทบกับสารเรืองแสงสว่างที่เคลือบอยู่ที่ผิวด้านในของหลอดฟลูออเรสเซนต์ก็จะทำให้เกิดแสงสว่างขึ้น



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

(ที่มา : pui108diy.com. ออนไลน์. 2555)

2. ขั้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Base) หมายถึง ขั้วที่อยู่บริเวณหัวและท้ายของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ลักษณะของขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เช่น แบบเป็นขั้วคู่ (Bi Pin-Base) แบบขั้วเดียว (Single Pin Base)



ภาพที่ 2.6 แสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์

(ที่มา : rmutl.ac.th. ออนไลน์. 2553)

3. อิเล็กโทด หรือ แคโทด (Electrode or Cathode) ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีอิเล็กโทดหรือแคโทดเป็นตัวปล่อยกระแสไฟฟ้า (Current Emitting) อิเล็กโทดหรือแคโทดที่นิยมใช้กัน อยู่ทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

3.1 แคโทดร้อน (Hot Cathode) โดยแคโทดร้อนจะมีลักษณะเป็นขดลวดซ้อนขดลวด (Coiled-Coil) หรือเป็นแบบขดลวดซ้อนขดลวดแล้วเอาแบบขดลวดซ้อนขดลวดมาซ้อนอีกครั้งหนึ่ง (Triple-Coil) และ แบบที่มีเส้นลวดเสียบอยู่บริเวณตรงกลางอีกที (Stick Coil) และขดลวด

ถูกเคลือบด้วยออกไซด์ของ โลหะหมู่สองอีกทีหนึ่ง ซึ่งจะเป็นตัวปล่อยอิเล็กตรอนเมื่อถูกท าให้ร้อน และอิเล็กตรอนถูกปล่อยได้ มากที่สุดที่อุณหภูมิ 900องศา

3.2 แคโทดเย็น (Cold-Cathode) ทำจากโลหะที่เป็นเหล็กล้วนๆ และจะเป็นตัวปล่อยอิเล็กตรอนออกมาภายในห ลอดฟลูออเรสเซนต์ อายุการใช้งานจะน้อยกว่าแบบแคโทดร้อน โดยทั่วไปแบบ แคโทดร้อนจะเป็นที่นิยมใช้ทำเป็นอิเล็กโทรดในหลอดฟลูออเรสเซนต์มากกว่าอย่างอื่น

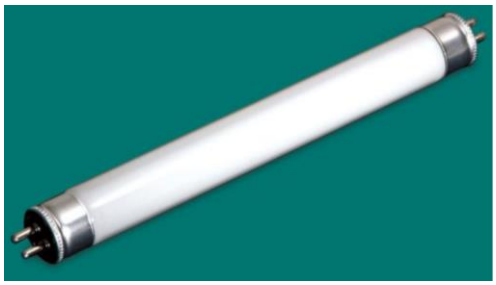
4. สารและก๊าซที่เติมเข้าไปในหลอดฟลูออเรสเซนต์

4.1 ไอปรอท (Mercury) ในหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีการเติมไอปรอทเข้าไปภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์เมื่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ทำงานไอปรอทจะลดปริมาณลงทำให้ความดันในหลอดฟลูออเรสเซนต์ต่ำลงมาก กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้และเกิดรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 253.7 นาโมเมตร ในบริเวณสนามแม่เหล็ก ความดันของไอปรอทที่เกิดขึ้นระหว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ในขณะทำงานมีส่วนสำคัญมาก เพราะถ้าความดันของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ปกติ สูงมากหรือต่ำมาก จะทำให้การสร้างรังสีอัลตร้าไวโอเลตไม่เกิดขึ้นและความดันของมันจะถูกควบคุมด้วยความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผนังหลอดฟลูออเรสเซนต์กับอุณหภูมิภายนอก

4.2 สารเรืองแสงสว่าง (Phosphor) ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีไอปรอทบรรจุอยู่ผิวด้านในของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะถูกฉาบด้วยสารเคมีที่เรียกว่า ฟอสเฟอร์ (Phosphor) หรือที่เรียกสารเรืองแสงสว่างและเวลาหลอดฟลูออเรสเซนต์ทำงานไอปรอทนี้จะปล่อยรังสีอัลตร้าไวโอเลตนี้ออกมา เมื่อวิ่งมากระทบกับสารเรืองแสงสว่างที่เคลือบอยู่ที่ผิวภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ก็จะทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ดูสว่างขึ้น

2.2.5 รูปร่างลักษณะและประเภทของหลอดฟลูออเรสเซนต์

1. รูปร่างลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้แสงสว่างมากกว่าหลอดไส้ประมาณ 3-4 เท่า ถูกสร้างให้มีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ เช่น ยาวตรง (Slim line) วงกลม (Circular) และรูปตัวยู (U-Shape) ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กัน



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง

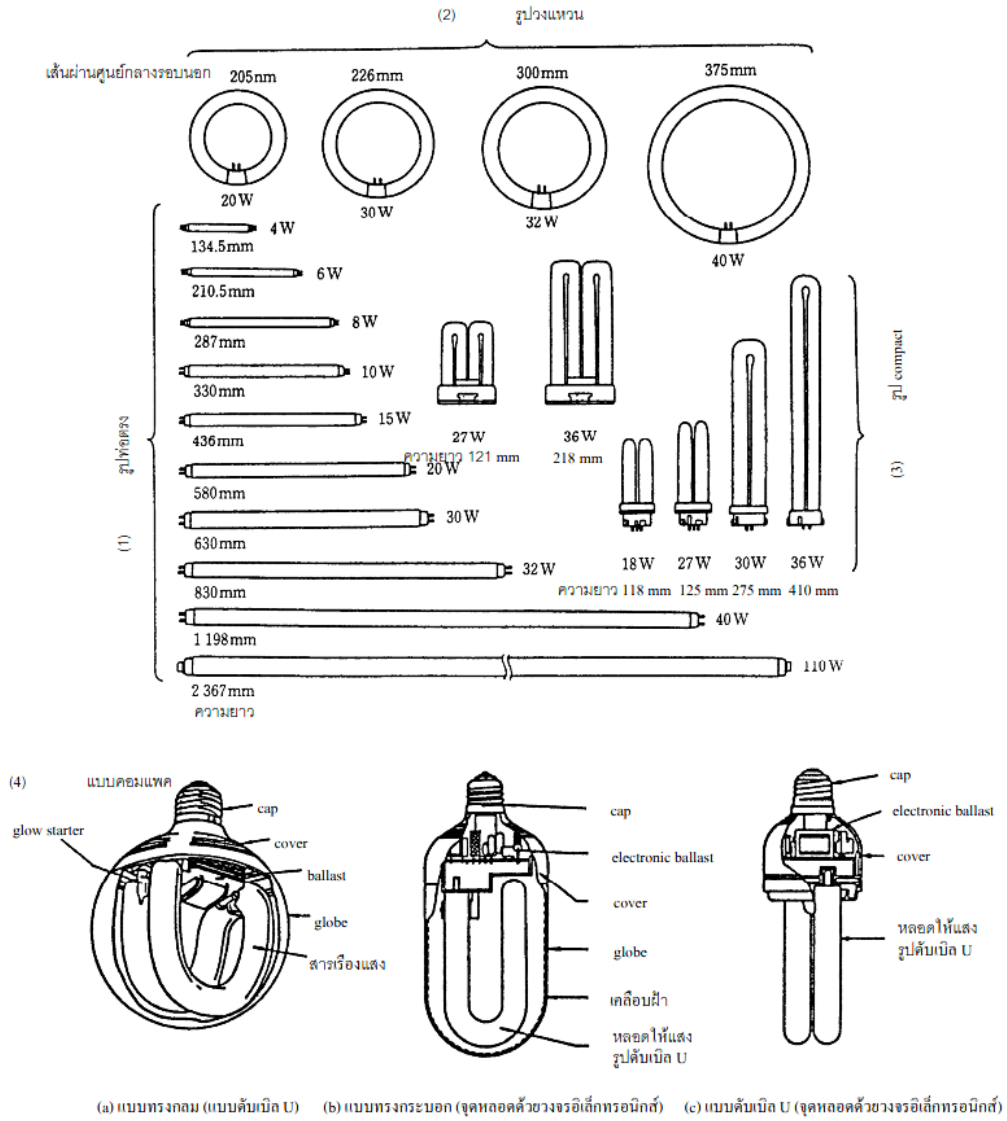
(ที่มา : pui108diy.com. ออนไลน์. 2555)

ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม
(ที่มา : rmutl.ac.th. ออนไลน์. 2553)

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตัวยู
(ที่มา : rmutl.ac.th. ออนไลน์. 2553)

หลอดฟลูออเรสเซนตมีหลายชนิด ขึ้นอยูกับรูปราง วิธีจุดหลอด สีของแสง เปนตน รูปรางที่ใชกัน ไดแก รูปทอตรง รูปวงแหวน รูป Compact รูปหลอดไฟ เปนตน นอกจากนี้ยังมีการพัฒนารูปวงแหวน 2 ชั้นโดยนำหลอด 2 หลอดรวมเป็น 1 ชุดทำเปนรูปวงแหวนอีกด้วย แสดงดังรูปที่

หลอดฟลูออเรสเซนตแบบคอมแพคบัลลาสตจะนำหลอดไฟมารวมกับบัลลาสตเปนชิ้นเดียว ใหสามารถเสียบในเตาเสียบหลอดไดโดยตรง มีรูปรางเปนทรงกลม เปนทรงกระบอกเปนต้น นอกจากนี้ยังมีแบบที่ใชบัลลาสตอิเล็กทรอนิกสเพื่อใหน้ำหนักเบาอีกดวย กรณีที่ใชกับอุปกรณสองสวางสำหรับหลอดอินแคนเดสเซนตจะมีขอจำกัดเรื่องจำนวนวัตตและขนาด จึงตองใชความระมัดระวัง



ภาพที่ 2.10 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทต่างๆ

(ที่มา : rmutl.ac.th. ออนไลน์. 2553)

2.2.6 ข้อดีข้อเสียของหลอดฟลูออเรสเซนต์เมื่อเทียบกับหลอดไส้

1. ข้อดีของหลอดฟลูออเรสเซนต์

1.1 ให้แสงสว่างมากกว่าหลอดไส้ถึง 4 เท่า เมื่อจำนวนวัตต์เท่ากัน

1.2 ประสิทธิภาพสูง จึงประหยัดค่าไฟฟ้าได้มากกว่า

1.3 มีอายุการใช้งานนานกว่า

1.4 มีความร้อนน้อย จึงใช้ในห้องปรับอากาศได้ดี

1.6 ให้แสงนวลไม่บาดตา

1.7 มีให้เลือกใช้หลายสีตามต้องการ

2. ข้อเสียของหลอดฟลูออเรสเซนต์

2.1 ราคารวมของค่าใช้จ่ายในการติดตั้งครั้งแรกสูง

2.2 วงจรยุ่งยากกว่า เพราะต้องการอุปกรณ์อื่นๆเพื่อประกอบการใช้งาน

2.3 ไม่สามารถทำงานในที่ที่อุณหภูมิต่ำได้

2.4 การตรวจซ่อมทำได้ยากกว่า

2.5 มีขนาดความยาวทำให้เกะกะ

2.6 การควบคุมแสงทำได้ยาก

2.7 ไม่เหมาะกับงานที่มีชั่วโมงการใช้งานน้อยๆ และเปิด-ปิดบ่อยๆเพราะอายุการใช้งานขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งของการเปิด-ปิดด้วย

2.2.7 อุปกรณ์และหลักการการต่อวงจรของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

1. อุปกรณ์การต่อวงจรของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

1.1 ตัวหลอดทำด้วยหลอดแก้ว ลักษณะกลมยาว มีขั้วหลอดอยู่ที่ปลายด้านละขั้ว ด้านในหลอดฉาบด้วยฟอสเฟอร์ หรือสารเรืองแสง ภายในบรรจุก๊าซเฉื่อย เช่น อาร์กอน และไอปรอท หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้โดยทั่วไปจะมีลักษณะกลมยาว 18, 36 วัตต์ และเป็นวงกลม ขนาด 32 วัตต์

ภาพที่ 2.11 แสดงลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์
(ที่มา : rmutl.ac.th. ออนไลน์. 2553)

1.2 บาลาส ทำจากขดลวดพันบนแกนเหล็กจะทำหน้าที่ตามลำดับในวงจรเป็น 2 ขั้นตอน คือเพิ่มแรงดันตอนสตาร์ท เพื่อดันให้อิเล็กตรอนไหลข้ามขั้วหลอดจากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งได้และเมื่อหลอดติดแล้วจะทำหน้าที่เหมือนความต้านทานเพื่อจำกัดกระแสให้ไหลตามขนาดวัตต์ของหลอด ดังนั้นการใช้บาลาสจะต้องเลือกใช้ขนาดเดียวกับหลอดไฟ หากใช้ขนาดของบาลาสวัตต์น้อยกว่าหลอดจะทำให้หลอดไม่ติด หรือติดแต่สว่างไม่เต็มที่ แต่หากใช้ขนาดของบาลาสวัตต์มากกว่าหลอด จะทำให้กระแสไหลเกินความต้องการของหลอดทำให้หลอดขาดได้

ภาพที่ 2.12 แสดงบาลาส ใช้ประกอบหลอดฟลูออเรสเซนต์
(ที่มา : pui108diy.com. ออนไลน์. 2555)

1.3 สตาร์ทเตอร์ ทำหน้าที่อุ่นไส้หลอดเพื่อให้อิเล็กตรอนเกิดการแตกตัวได้ดี ภายในของสตาร์ทเตอร์จะมีลักษณะเหมือนหลอดนีออน ภายในจะมีแผ่นโลหะ 2 แผ่นวางอยู่ห่างกัน แผ่นโลหะแผ่นหนึ่งของสตาร์ทเตอร์จะทำจากแผ่นไบเมททอล นอกจากนี้สตาร์ทเตอร์บางตัวอาจมีตัวเก็บประจุต่อคร่อมเอาไว้ เพื่อป้องกันคลื่นความถี่รบกวนขณะทำงาน

ภาพที่ 2.13 แสดงสตาร์ทเตอร์ ใช้ประกอบหลอดฟลูออเรสเซนต์
(ที่มา : pui108diy.com. ออนไลน์. 2555)

2. หลักการการต่อวงจรของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

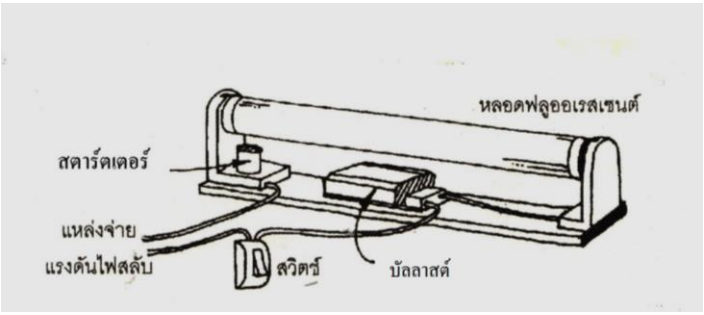
2.1 เมื่อเราจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร จะมีกระแสไหลจากสายไฟเข้าสู่บาลาส จากบาลาสเขาสู่ขั้วหลอด และไหลผ่านขั้วหลอดเข้าสู่สตาร์ทเตอร์ และสิ้นสุดที่สตาร์ทเตอร์ไม่สามารถไหลผ่านไปได้ จึงทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมที่สตาร์ทเตอร์ เท่ากับแรงดันที่จ่าย คือ 220 V

2.2 เมื่อเกิดแรงดันตกคร่อมที่สตาร์ทเตอร์ 220 V จะทำให้สตาร์ทเตอร์เกิดการเรืองแสงขึ้นมา เหมือนการทำงานของหลอดนีออน เมื่อเกิดแสงก็จะเกิดความร้อนตามมา ทำให้แผ่นไบเมททอลที่อยู่ภายในเกิดการงอตัวไปแตะแผ่นโลหะอีกแผ่น ทำให้แสงที่สตาร์ทเตอร์หายไป และกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสตาร์ทเตอร์เข้าสู่ขั้วหลอดอีกด้านหนึ่งและไหลผ่านออกไปครบวงจรที่สายนิวตรอน (ขั้นตอนนี้เราจะสังเกตเห็นว่าเมื่อเปิดสวิทซ์ สตาร์ทเตอร์จะสว่าง สักครู่และดับ)

2.3 เมื่อกระแสไหลได้ครบวงจรไส้หลอดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งสองด้านจะติดสว่าง เหมือนกับมีหลอดไฟ 2 หลอด ทำให้ไส้หลอดอุ่นและร้อนขึ้น ช่วงนี้เราเรียกว่าช่วงอุ่นไส้หลอด จะทำให้อิเล็กตรอนที่ไส้หลอดแตกตัวได้ดี ขณะที่อุ่นไส้หลอดอยู่ แผ่นไบเมททอลที่สตาร์ทเตอร์ก็จะค่อยๆ เย็นตัวลงและยืดตัวกลับตำแหน่งเดิมทำให้วงจรเปิดกระแสไฟฟ้าจะหยุดไหล มีผลทำให้บาลาสเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นจนสามารถไปผลักให้อิเล็กตรอนวิ่งจากขั้วหลอดหลอดด้านที่จ่ายไฟเข้าไปยังขั้วหลอดอีกด้านหนึ่งได้ ทำให้ครบวงจรอีกครั้งหนึ่ง (ขั้นตอนนี้เราจะสังเกตเห็นขั้วหลอดสว่างทั้งสองด้านและดับในเวลาต่อมา จากนั้นหลอดจะเกิดการเรืองแสงขึ้นและสว่าง หรือไฟติดนั่นเอง)

สาเหตุที่หลอดฟลูออเรสเซนต์เรืองแสงได้ เป็นเพราะอิเล็กตรอนที่วิ่งข้ามจากขั้วหลอดด้านหนึ่งไปยังขั้วหลอดอีกด้านหนึ่งนั้น จะไปชนกับไอปรอทที่บรรจุอยู่ภายในหลอด ทำให้เกิดรังสีอัลต้าไวโอเลต รังสีอัลต้าไวโอเลตที่เกิดไปกระทบกับสารเรืองแสงที่ฉาบอยู่ด้านในของหลอดทำปฏิกิริยากันเกิดการเรืองแสงขึ้นมาจากกระบวนการตามขั้นตอนที่ 1 - 3 หากยังไม่สามารถทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ติดได้ ก็จะไปเริ่มกระบวนการใหม่ตามลำดับต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าหลอดจะติด (ข้อสังเกตเมื่อเราเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ สตาร์ทเตอร์กระพริบครั้งเดียวและหลอดติดเลย หรือกระพริบหลายครั้งกว่าหลอดจะติด)

2.4 เมื่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ติดแล้ว จะมีแรงดันตกคร่อมที่บาลาสประมาณ 170 V และตกคร่อมที่หลอดและสตาร์ทเตอร์ ประมาณ 120 V ทำให้สตาร์ทเตอร์ไม่สามารถทำงานได้อีกต่อไป เพราะสตาร์ทเตอร์ถูกออกแบบให้ทำงานได้ เมื่อมีแรงดันตกคร่อม ประมาณ 180 V ขึ้นไป ดังนั้นในการใช้งานปกติหากแรงดันไฟฟ้าตกมากกว่า 180 V จะทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่สามารถทำงานได้ หรือกรณีสตาร์ทเตอร์ทำงานผิดปกติ คือขณะหลอดติดอยู่สตาร์ทเตอร์ทำงานอีกก็จะทำให้หลอดดับ และติดอีกไปเรื่อยๆ กลายเป็นหลอดกระพริบ



ภาพที่ 2.14 แสดงการต่อขั้วหลอดและขั้วยึดสตาร์ตเตอร์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์
(ที่มา : rmutl.ac.th. ออนไลน์. 2553)

2.3 ลักซ์มิเตอร์ (Lux meter)

ลักซ์มิเตอร์ (หรือ Light Meter, เครื่องวัดแสง, เครื่องวัดแสงสว่าง) คือเครื่องมือวัดชนิดหนึ่งที่ใช้วัดปริมาณความเข้มของแสงสว่างในสภาพแวดล้อมที่ถูกกำหนดไว้ ซึ่งวัดค่าออกมาเป็นหน่วย Lux (ลักซ์) หรือ FC (Foot candle) โดย Lux meter (เครื่องวัดแสง) ปัจจุบันถูกออกแบบมาให้สามารถใช้งานได้หลากหลาย มีความรวดเร็วในการวัด สามารถพกพาได้สะดวก ขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและมีความแม่นยำในการวัดสูง ซึ่งเหมาะในการวัดในโรงงานอุตสาหกรรม อาคารสำนักงาน โรงพยาบาล ห้องปฏิบัติการ เป็นต้น หลักการทำงานของ Lux meter (เครื่องวัดแสง) ทำงานโดยใช้ Photo Electric cell หรือตัว Sensor ซึ่งถูกติดตั้ง ในโคมพลาสติกสีขาวขุ่น เมื่อจับแสงที่กระทบได้แล้วจะส่งข้อมูลประมวลผล แปลงคลื่นแสงเป็นประจุไฟฟ้า คำนวณค่าเป็นหน่วย Lux แสดงผลออกมาที่หน้าจอ Digital เพื่อสะดวกในการอ่าน

2.4 รังสีแกมมา (Gamma rays)

รังสีแกมมาเป็นรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีอำนาจการทะลุทะลวงมากกว่ารังสีแอลฟาและบีตา การปลดปล่อยรังสีแกมมาจะไม่ทำให้อะตอมและมวลอะตอมเปลี่ยนแปลง ส่วนไอโซโทปรังสีที่ปลดปล่อยอนุภาคแอลฟาหรือบีตา มักปลดปล่อยรังสีแกมมาออกมาด้วย ซึ่งพลังงานของรังสีแกมมาจะขึ้นอยู่กับความถี่รังสี การสลายตัวของไอโซโทปรังสีสามารถจำแนกได้โดยพิจารณาจากความถี่ของรังสีแกมมาที่ปลดปล่อยออกมา และรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็สามารถจำแนกประเภทได้ตามความยาวคลื่นและความถี่ ซึ่งสัมพันธ์กับพลังงานดังนี้

$$E = h\nu$$

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

เมื่อ E คือ พลังงาน

h คือ ค่าคงตัวของพลังค์ (Planck's constant)
มีค่าเท่ากับ 6.6252×10^{-34} จูล.วินาที

ν คือ ความถี่

λ คือ ความยาวคลื่น

c คือ ความเร็วแสง มีค่าเท่ากับ 3×10^{8} เมตรต่อวินาที

ในปี ค.ศ. 1900 นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ ปอล วียาร์ (Paul Villard) ค้นพบรังสีแกมมาในขณะที่กำลังศึกษาแร่ยูเรเนียมและแสดงให้เห็นว่ารังสีแกมมาไม่มีประจุ เนื่องจากไม่มีเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก ต่อมาในปี ค.ศ. 1914 รัทเทอร์ฟอร์ด และเอ็ดเวิร์ด อันดราเด (Edward Andrade)

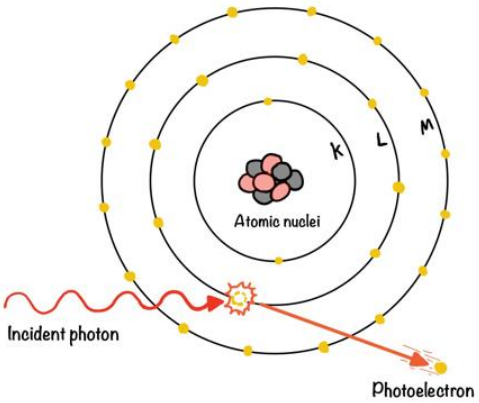
นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษได้แสดงว่า รังสีแกมมาเป็นรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสามารถวัดความยาวคลื่นได้โดยการเบี่ยงเบนผ่านผลึก พบว่า มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 10^{-11} – 10^{-14} เมตร โดยทั่วไป รังสีแกมมาจะเกิดขึ้นหลังจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีสลายตัวให้รังสีอื่นและยังคงอยู่ในสถานะ กระตุ้น จึงจะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีแกมมา

2.4.1 อันตรกิริยาของรังสีแกมมากับสสาร

รังสีแกมมาหรืออาจเรียกรวมว่า โฟตอน (photon) หมายถึง กลุ่มของพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อันตรกิริยาของโฟตอนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พลังงานของโฟตอน เลขมวลของสสาร โฟตอนอาจเกิดอันตรกิริยากับอิเล็กตรอน นิวเคลียส หรือสนามไฟฟ้าของนิวเคลียสซึ่งอาจเป็นทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น ส่วนอันตรกิริยาที่จะเกิดกับนิวเคลียสของสสารนั้น โฟตอนจะต้องมีพลังงานสูงมาก ซึ่งรังสีแกมมาจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีมีพลังงานไม่สูงพอจึงไม่เกิดอันตรกิริยานี้ อันตรกิริยาโฟตอนที่สำคัญได้แก่ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (photoelectric effect) ปรากฏการณ์คอมป์ตัน (Compton effect) และแพร์โพรดักชัน (Pair production)

1. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (photoelectric effect)

ไฮน์ริช แฮทซ์ (Heinrich Hertz) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน เป็นผู้พบปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ในปี ค.ศ. 1887 ซึ่งปรากฏการณ์เกิดขึ้นเมื่อโฟตอนกระทบสสารแล้วถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน หากพลังงานที่ถ่ายเทให้กับอิเล็กตรอนสูงกว่าพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในวงนั้น อิเล็กตรอนจะหลุดออกจะอะตอมได้ เรียกว่า โฟโตอิเล็กตรอน (photoelectron) โดยมีพลังงานจลน์เท่ากับผลต่างของพลังงานโฟตอนกับพลังงานยึดเหนี่ยว เนื่องจากการเกิดโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับพลังงานของโฟตอนที่ต้องมีไม่น้อยกว่าเวิร์กฟังก์ชันของสสารนั้น ความถี่ต่ำสุดของโฟตอนที่สามารถทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนในสสารใดๆ ได้เรียกว่า ความถี่ขีดเริ่ม (threshold frequency) ซึ่งพลังงานจลน์และจำนวนของโฟโตอิเล็กตรอนจะมีค่าเพิ่มขึ้น และจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มของโฟตอนเพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกนี้มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากเมื่อโฟตอนพลังงานต่ำทำอันตรกิริยากับสสารที่มีเลขเชิงอะตอมสูง เมื่อโฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมของสสารแล้วก็จะเกิดคู่ไอออนขึ้นเช่นเดียวกับการแตกตัวเป็นคู่ไอออนโฟโตอิเล็กตรอนมีสมบัติเช่นเดียวกับอนุภาคบีตา ซึ่งจะทำอันตรกิริยาต่อไปได้อีก สำหรับโฟตอนที่มีพลังงานสูงโฟโตอิเล็กตรอนจะมีทิศทางการเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับโฟตอนและจะทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของโฟตอน เมื่อโฟตอนมีพลังงานต่ำ

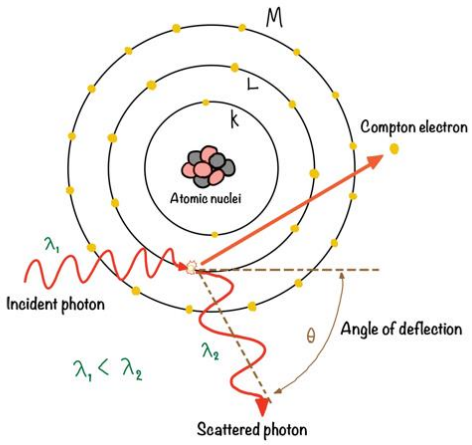


ภาพที่ 2.15 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

(ที่มา : ณัฏฐ์สุพล ชุติธนภานนท์. ออนไลน์. 2019)

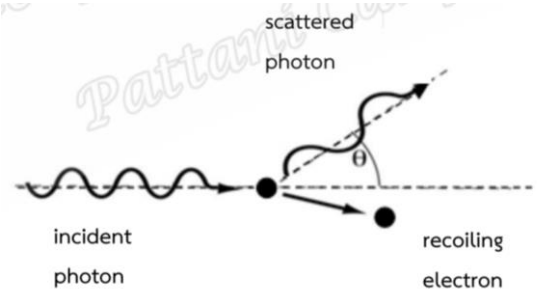
2. ปรากฏการณ์คอมป์ตัน (Compton effect)

อาร์เทอร์ ฮอลลี คอมป์ตัน (Arthur Holly Compton) พบปรากฏการณ์คอมป์ตันครั้งแรกในปี ค.ศ. 1922 ปรากฏการณ์นี้โฟตอนจะเข้าชนกับอิเล็กตรอนในอะตอมของสสารแบบยืดหยุ่น โฟตอนก็จะสูญเสียพลังงานให้กับอิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมไปในทิศทางทำมุม Φ กับทิศทางเคลื่อนที่เดิมของโฟตอน เรียกอิเล็กตรอนที่หลุดออกไปนี้ว่า คอมป์ตันอิเล็กตรอน (Compton electron) ส่วนโฟตอนที่มีพลังงานลดลงจะกระเจิงออกจากอะตอมในมุม θ ปรากฏการณ์นี้จะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การกระเจิงคอมป์ตัน (Compton scattering) ความยาวคลื่นของโฟตอนที่กระเจิงออกไปเพิ่มขึ้นตามค่ามุมกระเจิง (θ)



ภาพที่ 2.16 ปรากฏการณ์คอมป์ตัน

(ที่มา : ณัฏฐ์สุพล ชุติธนภานนท์. ออนไลน์. 2019)



ภาพที่ 2.17 ทิศทางการเคลื่อนที่ของแกมมาโฟตอนจากปรากฏการณ์คอมป์ตัน
(ที่มา : ณัฏฐ์สุพล ชุติธนภานนท์. ออนไลน์. 2019)

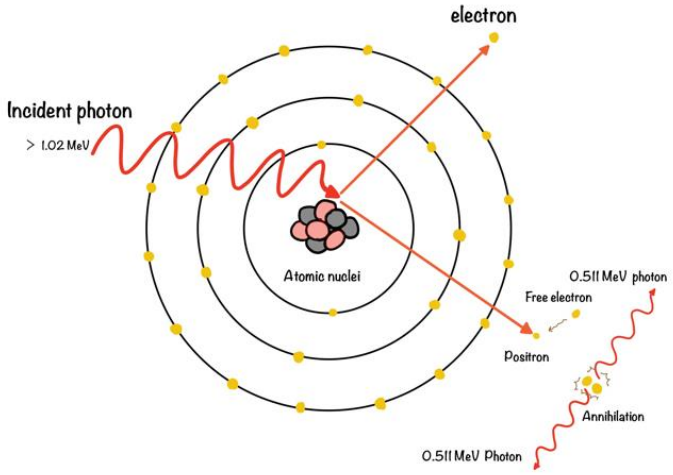
$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1-\cos\theta)$$

เมื่อ $\Delta\lambda$ คือ ความยาวคลื่นของโฟตอนที่เพิ่มขึ้น หรือ
ความยาวคลื่นคอมป์ตัน (Compton wavelength)
h คือ ค่าคงตัวของพลังค์
m คือ มวลของอิเล็กตรอน
c คือ ความเร็วแสง

อันตรกิริยานี้จะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อโฟตอนมีพลังงานสูง (0.5-3.5 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์) ถ้าโฟตอนที่กระเจิงออกไปมีพลังงานมากพอ ก็อาจเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกได้ต่อไป ในส่วนของคอมป์ตันอิเล็กตรอนนั้นจะมีพลังงานเท่ากับพลังงานของโฟตอนที่กระทบลบด้วยพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนและพลังงานของโฟตอนที่กระเจิง ซึ่งหากคอมป์ตันอิเล็กตรอนมีพลังงานจลน์มากพอก็อาจจะทำอันตรกิริยาต่อไปอีกเช่นเดียวกับอนุภาคบีตา

3. แพร์โพรดักชัน (Pair production)

แพร์โพรดักชัน ค้นพบครั้งแรกโดย แพททริก แบล็กเกต (Patrick Blackett) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ อันตรกิริยานี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อโฟตอนพลังงานสูงผ่านเข้าใกล้นิวเคลียส พลังงานของโฟตอนจะเปลี่ยนเป็นอนุภาคอิเล็กตรอนและโพซิตรอน เนื่องจากมวลของอิเล็กตรอนรวมกับมวลของโพซิตรอนแล้วเทียบเท่าพลังงาน 1.02 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ ดังนั้นโฟตอนจะต้องมีพลังงานอย่างน้อย 1.02 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ หากพลังงานมากกว่า 1.02 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ พลังงานส่วนที่เกินนี้จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนและโพซิตรอน



ภาพที่ 2.18 การเกิดแพร์โพรดักชันและแอนนิฮิเลชัน
(ที่มา : ณัฏฐ์สุพล ชุติธนภานนท์. ออนไลน์. 2019)

แพร์โพรดักชันอาจจะเกิดที่สนามของอิเล็กตรอนในอะตอม โดยโฟตอนจะผลักให้อิเล็กตรอนออกไปพร้อมกับเปลี่ยนพลังงานเป็นอิเล็กตรอนและโพซิตรอน ดังนั้นจึงมีอิเล็กตรอน 2 อนุภาคและโพซิตรอน 1 อนุภาค หลุดออกจากอะตอมจึงเรียกกระบวนการนี้ว่า ทริปเพลตโพรดักชัน (triplet production) เกิดได้กับโฟตอนที่มีพลังงานมากกว่า 2.04 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นสามารถทำอันตรกิริยาต่อไปได้อีกประหนึ่งเป็นอนุภาคบีตา ที่อาจทำให้อะตอมใกล้เคียงแตกตัวเป็นคู่ไอออนหรืออยู่ในสถานะกระตุ้น ส่วนโพซิตรอนจะรวมกับอิเล็กตรอนตัวอื่น แล้วเปลี่ยนเป็น 2 โฟตอน ที่มีพลังงาน 0.511 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ (พลังงานที่เทียบเท่ากับมวลอิเล็กตรอน 1 อนุภาค) เรียกกระบวนการนี้ว่า การเกิดแอนนิฮิเลชัน(annihilation) ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีผลตรงกันข้ามกับแพร์โพรดักชัน

แพร์โพรดักชันมีโอกาสเกิดได้มากขึ้น เมื่อโฟตอนมีพลังงานสูงขึ้นและมีโอกาสเกิดเพิ่มมากขึ้นอีก เมื่อทำอันตรกิริยากับสสารที่มีเลขมวลอะตอมสูง ซึ่งพลังงานของโฟตอนและเลขอะตอมของสสาร เป็นปัจจัยสำคัญของการเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ปรากฏการณ์คอมป์ตันและแพร์โพรดักชันโฟตอนอาจทำอันตรกิริยากับอิเล็กตรอน โดยมีการสูญเสียพลังงาน ซึ่งเป็นการชนกันแบบยืดหยุ่นโฟตอนจะกระเจิงออกไปโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวคลื่น เรียกว่า การกระเจิงอาพันธ์ (coherent scattering) หรือการกระเจิงเรย์ลี (Rayleigh scattering) จะมีโอกาสเกิดเพิ่มเมื่อเลขอะตอมของสสารเพิ่มขึ้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เขมรัศมิ์ ดุจวรรณและคณะ (2562) การศึกษาเชิงพรรณนาเพื่อตรวจวัดปริมาณความเข้มแสงสว่างในการทำงาน เปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงสว่างกับมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2559 และศึกษาผลกระทบต่อการมองเห็นของคนงาน กรณีศึกษาโรงงานยืนยงการช่างค้าไม้บ้านน้ำ อ้อมน้อย ตำบลหว้านคำ อำเภอราศีไศล จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 72 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ เครื่องวัดแสงสว่าง(Testo รุ่น 540) และแบบสอบถามวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาผลการศึกษาพบว่าการตรวจวัดปริมาณความเข้มแสงสว่างแบบจุดจำนวน 96 จุด พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 34 จุด (ร้อยละ 35.41) และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 62 จุด (ร้อยละ 54.59) การตรวจวัดปริมาณความเข้มแสงสว่างบริเวณพื้นที่ทั่วไป จำนวนทั้งสิ้น 31 จุด พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 23 จุด (ร้อยละ 74.20) และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 8 จุด (ร้อยละ 25.80) ผลกระทบต่อการมองเห็นของคนงาน พบว่า คนงานมีอาการปวดศีรษะ หนังตากระตุกร้อยละ 90.30 ปวดตาร้อยละ 83.30 เมื่อยล้ากล้ามเนื้อตา ร้อยละ 73.60 ดังนั้น ผู้บริหารควรดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและดูแลให้แสงสว่างให้เป็นไปตามมาตรฐานและจัดโครงการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานการถนอมสายตาและจัดให้มีการตรวจสุขภาพประจำปี

ชัญญากานต์ โกกะพันธ์และคณะ (2562) การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความเข้มแสงสว่างภายในโรงผลิตเครื่องปั้นดินเผาเทียบกับค่ามาตรฐานตามกฎหมายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยและ 2) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อระดับความเข้มของแสงสว่างภายในโรงผลิตเครื่องปั้นดินเผา เขตเทศบาลตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา โดยมีปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ช่วงเวลาของวัน (ช่วงเช้า –ช่วงบ่าย) และทิศทางด้านหน้าของอาคารโรงผลิตเครื่องปั้นดินเผาหรือทิศทางของช่องเปิดหลักที่แสงเข้าสู่โรงผลิตเครื่องปั้นดินเผา (จำแนกเป็น 4 ทิศทาง คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก) สำรวจข้อมูลโดยใช้เครื่องวัดแสง (Lux Meter) ยี่ห้อEXTECH รุ่น 407026และรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสำารวจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ สถิติ Independent test และ สถิติ One way ANOVA ผลการศึกษาพบว่า 1.ระดับความเข้มแสงสว่างในโรงผลิตเครื่องปั้นดินเผา เขตเทศบาลตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ทั้งหมด 450 จุด พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 397 จุด คิดเป็นร้อยละ 88.22 และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 53 จุด คิดเป็นร้อยละ 11.77 และ 2.ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความเข้มของแสงสว่างในโรงผลิตเครื่องปั้นดินเผา พบว่าค่าเฉลี่ยระดับความเข้มแสงสว่างในช่วงเวลาเช้าและช่วงเวลาบ่าย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และพบว่าค่าเฉลี่ยระดับความเข้มแสงสว่าง ตามทิศทาง

ด้านหน้าของโรงผลิตเครื่องปั้นดินเผา (ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นาถยา ศิริทองและคณะ (2557) บทความนี้นำเสนอการการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดความส่องสว่างโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น UNO Funduino เป็นตัวประมวลผลและใช้โมดูล GY-302 (Ambient Light Sensor Module) เป็นหัววัดความส่องสว่างนำเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นไปวัดความส่องสว่างของแสงจากดวงอาทิตย์และหลอดฟลูออเรสเซนต์เปรียบเทียบกับเครื่องมือรุ่น Heavy Duty พบว่าผลการวัดความส่องสว่างที่ได้จากหลอดฟลูออเรสเซนต์มีค่าความผิดพลาดสูงสุด 1.97% และความส่องสว่างที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์มีค่าความผิดพลาดสูงสุด 4.53% ค่าที่ได้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ดังนั้นเครื่องวัดความส่องสว่างนี้สามารถใช้วัดความส่องสว่างของแสงจากดวงอาทิตย์และหลอดไฟได้ และช่วยลดปัญหาการนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศอีกทั้งยังมีราคาถูกและใช้งานง่าย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่างถึงวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง การวัดปริมาณรังสี การทดลองฉายรังสีแกมมาของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และการวัดปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมา โดยมีวิธีการดังนี้

3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ มีความยาว 120 เซนติเมตร รุ่น TL-D 36W/865 6500K สี Cool Daylight 3070 Lumen ค่าการให้งานเฉลี่ย 20,000 ชั่งโมง

2. หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ มีความยาว 60 เซนติเมตร รุ่น TL-D 18W/865 6500K สี Cool Daylight 1275 Lumen ค่าการให้งานเฉลี่ย 20,000 ชั่งโมง

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

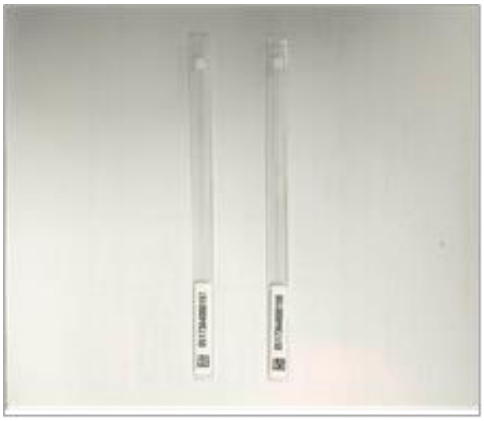
1. ลักซ์มิเตอร์ (Digital Lux Meter) รุ่น LX1330B

2. เครื่องฉายรังสีแกมมา อาคาร 20 ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) โดยใช้โคบอลต์-60 ประเภท Sealed Source จำนวน 6 แท่ง ซึ่งแต่ละแท่งมีความแรงประมาณ 12,000 คูรี ความแรงรังสีรวมทั้งหมด 70,900 คูรี เก็บแบบ dry storage ใน Lead Shielding ปัจจุบัน 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ความแรงของรังสีลดลงเหลือ 16,603 คูรี ผลิตโดยบริษัท Paul Stephens Consultancy Ltd. ประเทศอังกฤษ โดยที่ตำแหน่งรอบแท่งกำเนิดรังสีได้มีปริมาณรังสีเท่ากับ 3 กิโลเกรย์ต่อชั่วโมงและตำแหน่งอื่นๆ ลดลงตามระยะทางที่ห่างจากต้นกำเนิดรังสี โดยแท่งของต้นกำเนิดรังสีถูกจัดเก็บแบบแห้ง ซึ่งที่กำบังรังสีทำจากตะกั่วหนาขณะที่ไม่ได้ใช้งานในขณะที่ใช้งานแท่งต้นกำเนิดรังสีจะถูกดันด้วยลมออกจากตัวกำบังรังสีเพื่อให้รังสีแผ่ออกมา

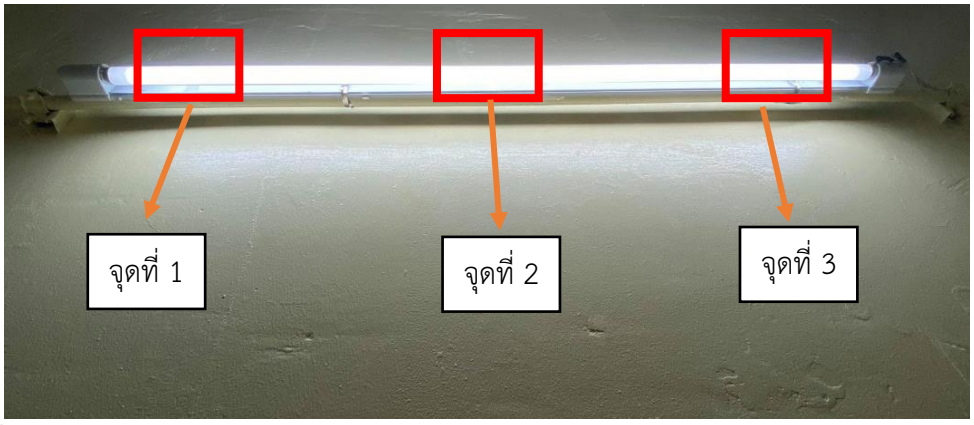
ภาพที่ 3.1 ต้นกำเนิดรังสีแกมมา

3.2 การวัดปริมาณรังสี

ทำการวัดปริมาณรังสีของหลอดไฟที่ติดอยู่ภายในห้องฉายรังสีแกมมาด้วย Alanine blister Dosimeters ซึ่งเป็นอุปกรณ์วัดปริมาณรังสีชนิดเม็ดอะลานีนแบบด้ามจับ ใช้ในการวัดปริมาณรังสีในช่วง 50 Gy – 5 kGy โดยนำไปติดที่หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ภายในห้องฉายรังสีแกมมา เป็นจำนวน 3 จุดคือตรงกลางและปลายหลอดทั้งสองด้านของหลอดไฟ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีที่หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ได้รับ โดยการการฉายรังสีแกมมาสะสมเป็นเวลา 9,338 นาที จากนั้นทำการวัดปริมาณรังสีโดยการใช้เครื่องอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์ (ESR)



ภาพที่ 3.2 เป็นอุปกรณ์วัดปริมาณรังสีชนิด Alanine blister



ภาพที่ 3.3 ติด Alanine blister Dosimeters บริเวณหลอดไฟ

3.3 ฉายรังสีแกมมาหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

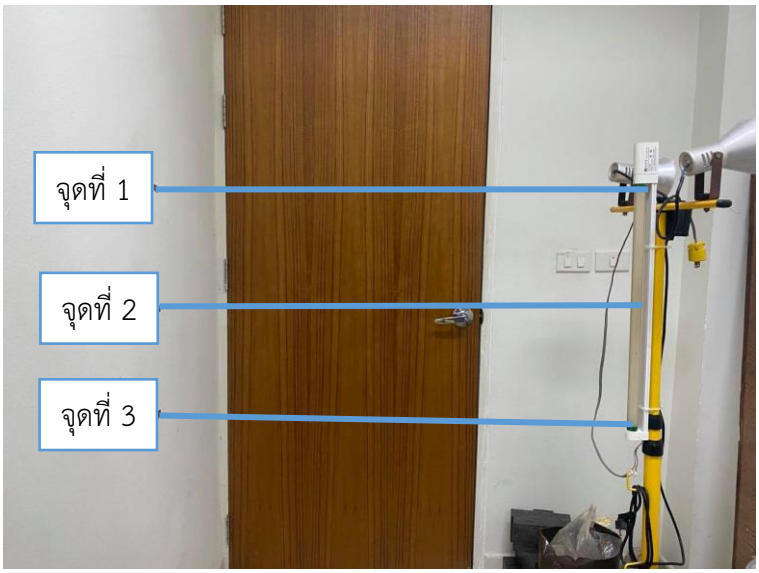
3.3.1 การฉายหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ด้วยรังสีแกมมา

เมื่อทราบปริมาณรังสีที่หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ได้รับแล้ว จะทำการทดลองนำหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ ความยาว 60 เซนติเมตรมาเพื่อฉายรังสีแกมมา โดยจะนำหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์มาฉายรังสีบริเวณรอบต้นกำเนิดรังสี จะได้ปริมาณรังสีที่มากขึ้นและใช้เวลาการฉายรังสีน้อยลง โดยกำหนดปริมาณการฉายรังสีตั้งแต่ 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 และ 200 กิโลเกรย์

ภาพที่ 3.4 การฉายรังสีหลอดฟลูออเรสเซนต์บริเวณรอบต้นกำเนิดรังสี

3.3.2 การวัดค่าความเข้มแสงของหลอดไฟ

ทำการวัดค่าความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ขณะทำงาน โดยนำหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ใส่ในชุดรางอิเล็กทรอนิกส์ เริ่มจากการวัดความเข้มแสงของหลอดไฟก่อนนำไปฉายรังสี จากนั้นจึงบันทึกค่าการทดลองและวัดปรมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่ผ่านการฉายรังสีปริมาณตั้งแต่ 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 และ 200 กิโลเกรย์ โดยค่าการทดลองเราจะแบ่งการวัดค่าปริมาณความเข้มแสงด้วยลักซ์มิเตอร์ออกเป็น 3 จุด แล้ววัดซ้ำจุดละ 3 ครั้ง เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยความเข้มแสงของหลอดไฟ ซึ่งระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และตัวเซ็นเซอร์รับแสงของลักซ์มิเตอร์มีระยะห่างประมาณ 1 เมตร



ภาพที่ 3.5 การวัดค่าปริมาณความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ภาพที่ 3.6 ลักซ์มิเตอร์

3.4 การวัดปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมา

3.4.1 ทำการเปลี่ยนหลอดไฟภายในห้องฉายรังสีแกมมา ที่มีทั้งหมด 3 จุด เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 วัตต์ ความยาว 60 เซนติเมตร 1 หลอดและหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ ความยาว 120 เซนติเมตร 2 หลอด จากนั้นวัดค่าความเข้มแสงด้วยลักซ์มิเตอร์ภายในห้องฉายรังสี แบ่งออกเป็นบริเวณจุดแกนกลางต้นกำเนิดรังสี พาเลทที่ 1 พาเลทที่ 2 พาเลทที่ 3 และพาเลทที่ 4 โดยบริเวณดังกล่าวนี้เป็นบริเวณที่ต้องการแสง เนื่องจากต้องนำอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์เข้ามาฉายหรือนำออก ควรที่จะมีปริมาณแสงให้เพียงพอต่อการมองเห็นของเจ้าหน้าที่ที่เข้าไปปฏิบัติงาน

ภาพที่ 3.7 ภายในห้องฉายรังสีแกมมา

3.4.2 ทำการเก็บค่าความเข้มแสงภายในฉายรังสีแกมมา หลังจากผ่านการฉายรังสีในบริเวณจุดแกนกลางต้นกำเนิดรังสี พาเลทที่ 1 พาเลทที่ 2 พาเลทที่ 3 และพาเลทที่ 4 จากนั้นทำการบันทึกค่าความเข้มแสงและเวลาการฉายรังสีเพื่อนำไปคำนวณหาค่าปริมาณรังสีที่หลอดไฟได้รับ

บทที่ 4

ผลและวิเคราะห์ผล

ในบทนี้จะกล่างถึงผลการวัดปริมาณรังสี ผลการทดลองฉายรังสีแกมมาของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และผลการวัดปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมา ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการวัดปริมาณรังสี

หลังจากการฉายรังสีเสร็จแล้ว จะนำ Alanine Dosimeter มาอ่านค่าปริมาณรังสีโดยใช้เครื่องอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์ (ESR) การวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์บริเวณหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ โดยใช้ Alanine Dosimeter โดยทำการอ่านปริมาณรังสีจาก Dosimeter ตามลำดับที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ จะได้ผลของปริมาณรังสีดังตารางที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 เครื่องอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์ (Electron Spin Resonance; ESR)

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณรังสีอ่านจาก Alanine Dosimeter

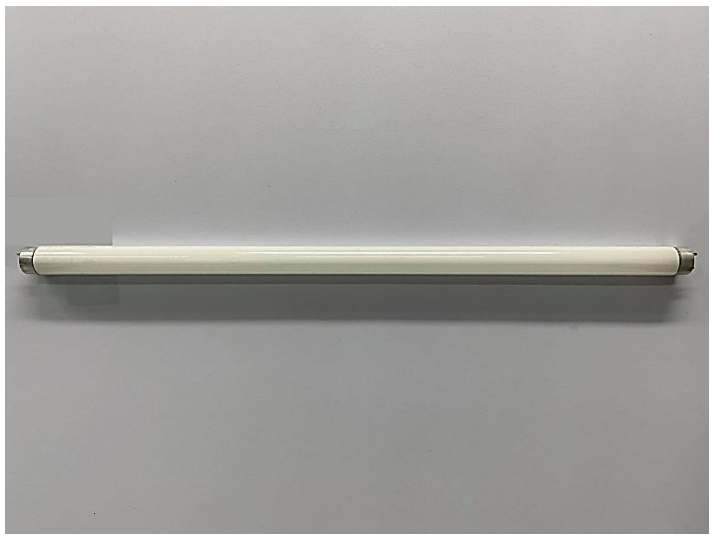
Dosimeter ที่ติดบริเวณหลอดไฟ	ปริมาณรังสีที่ได้รับ (kGy)
จุดที่ 1	1.581
จุดที่ 2	1.360
จุดที่ 3	1.194
ค่าเฉลี่ยขของปรมาณรังสีที่ฉาย 9,338 นาที	1.378
อัตราปริมาณรังสีต่อ ชม.	8.85 Gy

จากตารางจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีที่หลอดไฟได้รับมีค่าเท่ากับ 1.378 กิโลเกรย์ ซึ่งได้ใช้เวลาการฉาย 9,338 นาที และอัตราปริมาณรังสีต่อชั่วโมง จะได้ค่าปริมาณรังสีเท่ากับ 8.85 เกรย์ ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าบริเวณที่หลอดไฟอยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสีมากที่สุดจะมีค่าปริมาณรังสีมากที่สุด แสดงว่าระยะห่างมีผลต่อค่าปริมาณรังสี เมื่อวัตถุอยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสีจะทำให้มีค่าปริมาณรังสีมากและเมื่อวัตถุมีระยะห่างห่างออกไปจากต้นกำเนิดรังสีก็จะทำให้ค่าปริมาณรังสีลดลงไปตามไปด้วย ซึ่งพบว่าเวลาก็มีผลต่อค่าปริมาณมาณรังสีเช่นเดียวกัน เมื่อใช้ระยะเวลามากขึ้นจะทำให้ปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้นด้วย

4.2 ผลการทดลองฉายรังสีแกมมาหลอดไฟ

4.2.1 ผลการฉายหลอดไฟด้วยรังสีแกมมา

เมื่อนำหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์มาฉายรังสีแกมมาตามปริมาณรังสีต่างๆ ที่กำหนดไว้ครบแล้ว ก็จะเห็นได้สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์เริ่มมีสีเข้มขึ้นเมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากหลอดแก้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้จากการหลอมเศษแก้ว ทรายแก้วหรือพวกหินควอตซ์ ซึ่งควอตซ์เมื่อถูกนำมาฉายรังสีแกมมาจะเปลี่ยนสีเป็นเป็นสีควัน จึงมีผลให้หลอดไฟมีสีของหลอดไฟที่เข้มขึ้น



ภาพที่ 4.2 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ก่อนฉายรังสี

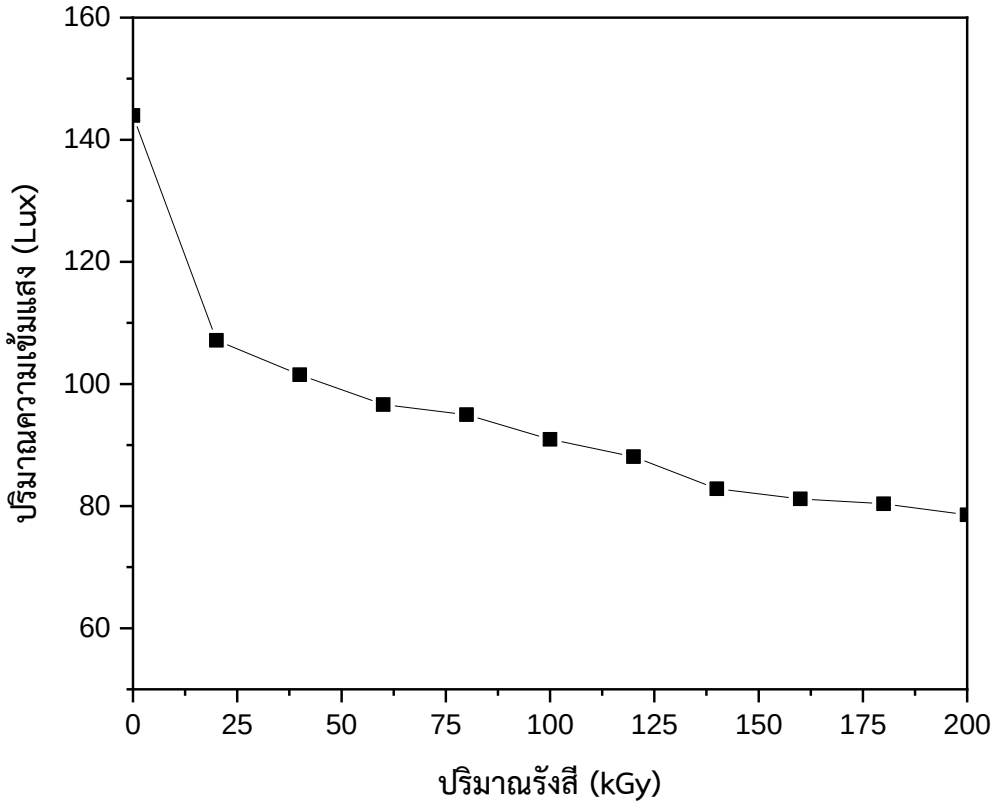
ภาพที่ 4.3 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์หลังฉายรังสี

4.2.2 ผลการวัดปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟ

เมื่อทำการฉายรังสีหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ด้วยปริมาณรังสีตั้งแต่ 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 และ 200 กิโลเกรย์ และนำมาวัดปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟขณะทำงาน พบว่าหลอดไฟยังใช้งานได้ปกติและสามารถวัดปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟดังนี้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

ปริมาณรังสีที่ฉายหลอดไฟ(kGy)	ปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟ(Lux)			ปริมาณความเข้มแสงเฉลี่ย(Lux)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
0	145.46	141.86	144.60	143.97
20	105.26	107.50	108.73	107.16
40	101.40	101.53	101.56	101.50
60	96.46	96.66	96.80	96.64
80	94.80	94.73	95.40	94.97
100	91.16	90.90	90.73	90.93
120	88.20	87.83	88.26	88.10
140	82.86	82.83	82.80	82.83
160	81.53	81.00	81.06	81.20
180	80.36	80.20	80.60	80.38
200	78.70	78.33	78.70	78.57



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

จากตารางที่ 4.2 จะแสดงปริมาณรังสีที่ฉายหลอดไฟและปริมาณความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยวัดปริมาณความเข้มแสง 3 ซ้ำและหาค่าเฉลี่ยค่าความเข้มแสง จากนั้นนำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสงและปริมาณรังสี ดังภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์มีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณรังสีที่ฉายหลอดไฟมีปริมาณเพิ่มขึ้น

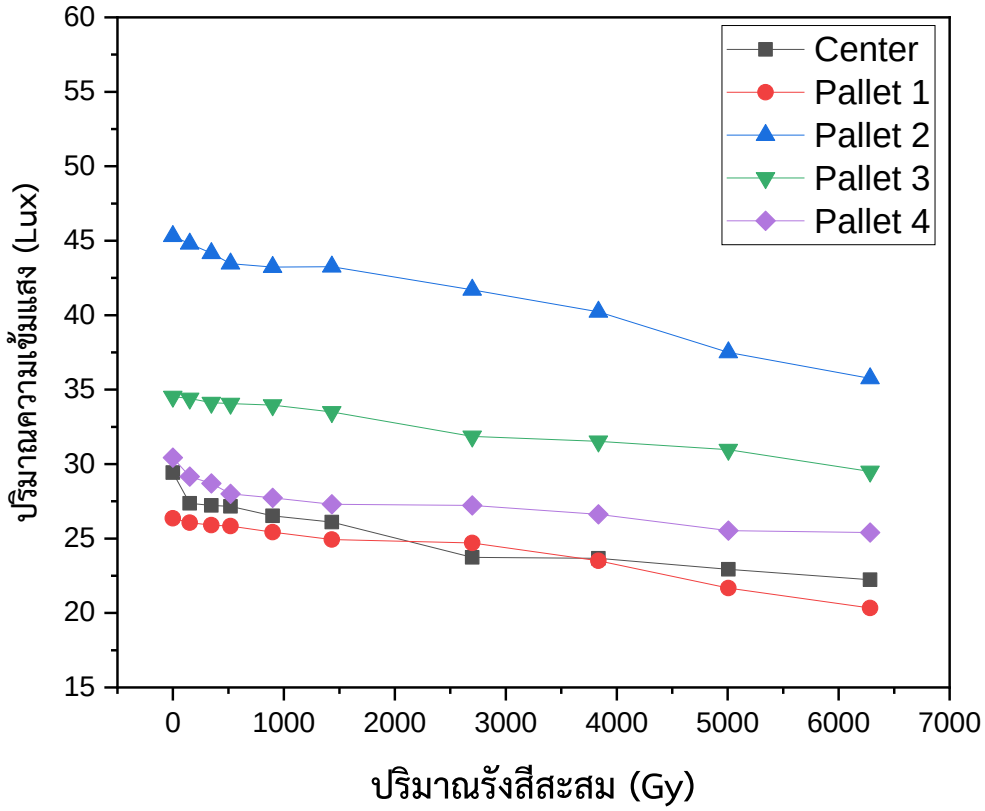
4.3 ผลการวัดปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมา

เมื่อเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ภายในห้องฉายรังสีแกมมาแล้ว ทำการวัดปริมาณความเข้มแสงก่อนฉายในห้องฉายรังสีแกมมาก่อนฉายรังสี เมื่อเจ้าหน้าที่ได้ปฏิบัติงานการฉายรังสีแกมมา ก็จะทำให้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ได้รับปริมาณรังสี ต่อจากนั้นได้มีการเก็บค่าความเข้มแสงของหลอดไฟและเวลาการทำงานขณะฉายรังสีแกมมา ซึ่งอัตราของปริมาณรังสีท่หลอดไฟได้รับมีค่าเท่ากับ 8.85 เกรย์ต่อชั่วโมง โดยจะทำการวัดทั้งหมด 5 จุด คือ บริเวณจุดแกนกลางต้นกำเนิดรังสี พาเลทที่ 1, พาเลทที่ 2, พาเลทที่ 3 และ พาเลทที่ 4 โดยจะแสดงค่าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมา

วันที่	เวลาที่รับปริมาณรังสี (นาที)	ปริมาณรังสีที่หลอดไฟได้รับสะสม(Gy)	จุดที่วัดปริมาณความเข้มแสง				
			เซ็นเตอร์	พาเลทที่ 1	พาเลทที่ 2	พาเลทที่ 3	พาเลทที่ 4
1	0	0	29.43	26.36	45.30	34.53	30.43
2	1,032	152	27.36	26.06	44.80	34.40	29.16
3	1,325	347	27.23	25.90	44.16	34.13	28.7
4	1,178	520	27.16	25.83	43.46	34.06	28.0
5	2,563	898	26.53	25.43	43.23	33.96	27.73
6	3,628	1,433	26.10	24.93	42.26	33.50	27.30
7	8,580	2,698	23.73	24.70	41.70	31.86	27.23
8	7,707	3,834	23.67	23.50	40.23	31.53	26.63
9	7,955	5,007	22.93	21.67	37.50	30.97	26.13
10	8,663	6,284	22.23	20.33	35.75	29.50	25.60

จากตารางที่ 4.3 เป็นตารางแสดงปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมา พบว่าจุดที่วัดปริมาณความเข้มแสงแต่ละจุดมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากแต่จุดนั้นมีระยะห่างจากหลอดไฟที่ต่างกัน ทำให้ทราบว่าเมื่อมีระยะห่างจากหลอดไฟเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟมีปริมาณที่ลดลง



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่หลอดไฟรับและปริมาณความเข้มแสงที่อยู่ภายในห้องฉายรังสีแกมมา

จากภาพที่ 4.4 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ได้รับและปริมาณความเข้มแสงที่จุดต่างๆ ภายในห้องฉายรังสีแกมมา พบว่าปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์มีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณรังสีที่ฉายหลอดไฟมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากรังสีแกมมาส่งผลให้หลอดแก้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีสีดำหรือสีเข้มขึ้น เมื่อมีการใช้งานของหลอดไฟจะทำให้แสงสว่างที่ออกมาจากหลอดไฟถูกดูดกลืน จึงทำให้ปริมาณความเข้มแสงมีปริมาณลดลง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา โดยการวัดปริมาณความเข้มแสง ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลกระทบของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ภายในห้องฉายรังสีแกมมา โดยการทดลองนำหลอดฟลูออเรสเซนต์มาฉายรังสีแกมมาในปริมาณรังสีสะสม 0 – 200 กิโลเกรย์ และวัดปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์โดยใช้เครื่องลักซ์มิเตอร์ พบว่าหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์มีสีเข้มขึ้นเมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นและปริมาณความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีค่าลดลงเมื่อมีการฉายรังสีแกมมาในปริมาณรังสีที่มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งปริมาณความเข้มแสงลดลงถึง 54.57 เปอร์เซ็นจากความปริมาณเข้มของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ก่อนฉาย

การวัดปริมาณความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมาหลังจากที่มีการเปลี่ยนหลอดไฟภายในห้องฉายแล้ว ได้มีการเก็บค่าปริมาณความเข้มแสงในบริเวณจุดแกนกลางต้นกำเนิดรังสี พาเลทที่ 1, พาเลทที่ 2, พาเลทที่ 3 และ พาเลทที่ 4 โดยปริมาณความเข้มของแสงต่างกัน ซึ่งเกิดจากระยะห่างระหว่างจุดที่วัดปริมาณความเข้มแสงและหลอดไฟมีค่าต่างกัน พบว่า จุดที่วัดปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ทั้ง 5 จุดอยู่ในช่วง 26.36-45.30 ลักซ์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่ามาตรฐานที่กระทรวงแรงงานกำหนดคือค่า 100-200 ลักซ์และเมื่อมีการใช้งานฉายรังสีก็จะทำให้ความเข้มแสงภายในห้องฉายรังสีแกมมาลดลงกว่าเดิม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการบำรุงรักษาหลอดไฟภายในห้องฉายรังสีแกมมา เนื่องจากรังสีแกมมามีผลทำให้ปริมาณความเข้มแสงของหลอดไฟลดลง อาจทำให้แสงมาเพียงพอต่อการมองเห็นของเจ้าหน้าที่ที่เข้าไปปฏิบัติงาน

2. ติดหลอดไฟเพิ่มเติมภายในห้องฉายรังสีแกมมา

บรรณานุกรม

กระทรวงแรงงาน. 2549. กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับ ความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549. ราชกิจจานุเบกษา [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก http://www.ratchakitcha.soc.go.th/00183246.PDF 6 มีนาคม 2549, เล่มที่ 123 ตอนที่ 23, หน้า 13-20. วันที่ 8 มีนาคม 2564.

การนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง [ออนไลน์]. คู่มือผูรับผิดชอบด้านพลังงาน (โรงงาน)เข้าถึงจาก file:///C:/Users/Fac_7_5.pdf. วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2564.

ความรู้พื้นฐานทางด้านแสงสว่าง [ออนไลน์]. สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย :ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าแสงสว่าง, วันที่19 มกราคม 2548 เข้าถึงจาก: http://www.tieathai.org/know/general/general0.htm วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2564.

แสงสว่างในที่ทำงาน [ออนไลน์]. สำนักความปลอดภัยแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2559. [อ้างถึงวันที่ 8 กรกฎาคม 2559]. เข้าถึงจาก: http://www.oshthai.org.com

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษพลังงาน, คูมือประกอบการฝกอบรมหลักสูตร “พัฒนาบุคลากรภาคปฏิบัติดานเทคโนโลยีการอนุรักษพลังงานในระบบแสงสวาง”, พิมพครั้งที่ 1, มีนาคม 2551. วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2564.

กรมวิทยาศาสตรการแพทย กระทรวงสาธารณสุข. 2529. การปองกันอันตรายจากรังสี. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพกระทรวงสาธารณสุข.

กองการวัดกัมมันตภาพรังสี. 2547. รายงานวิชาการประจำป 2534-2546. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. กระทรวงวิทยาศาสตร เทคโนโลยีและสิ่งแวดลอม. กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก

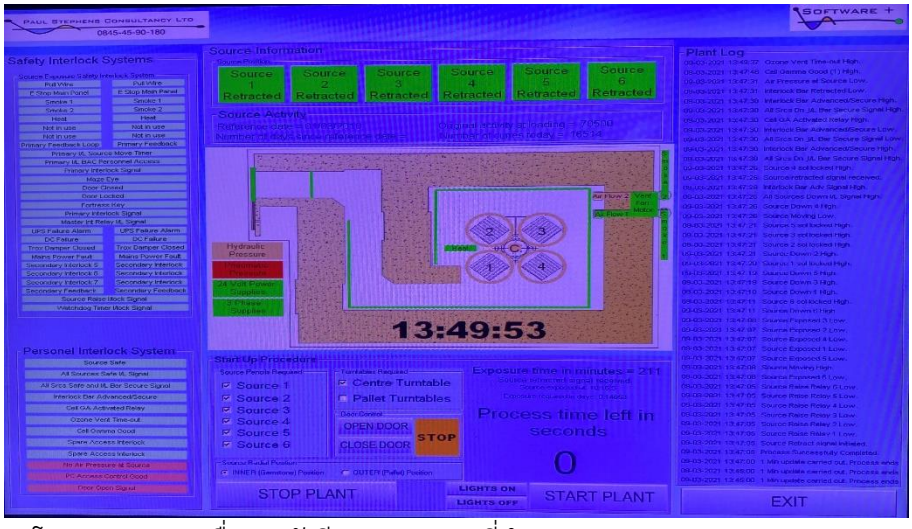
ภาคผนวก ก
ขั้นตอนการเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา

ขั้นตอนการเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา

การเดินเครื่องฉายรังสีแกมมาจะมีการควบคุม 2 แบบ คือกรณีครบกำหนดเวลาในการฉายรังสี และกรณีที่หยุดเดินเครื่องเพื่อนำตัวอย่างเข้าฉายโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

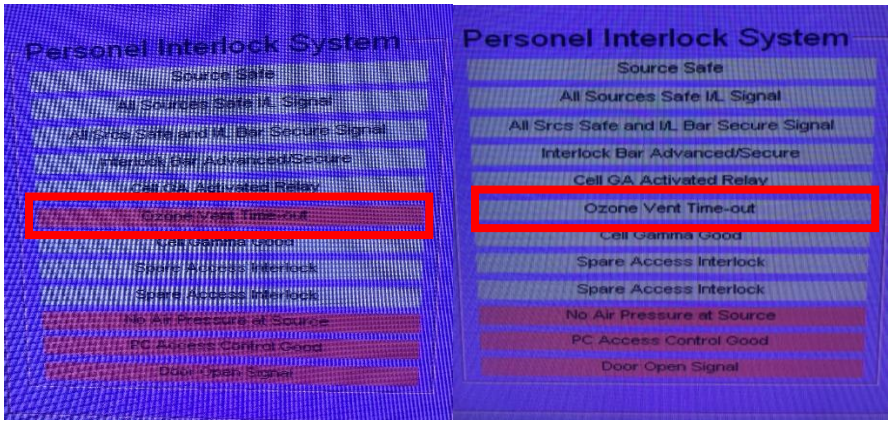
1. กรณีเมื่อครบกำหนดเวลาในการฉายรังสีแกมมา

เมื่อครบเวลาในการฉายรังสี ระบบจะหยุดทำงานและควบคุมให้ต้นกำเนิดรังสี (Source) เคลื่อนที่ลงสู่ที่กำบังรังสี (Shielding) ซึ่งในหน้าโปรแกรม Plant Control Module จะแสดงข้อมูล Process time left in second time 0 ซึ่งแสดงว่าครบตามเวลาและที่ Plant log จะแสดงคำว่า Process Successfully completed จะบอกเวลาที่ฉายรังสีเสร็จเพื่อบันทึกเวลา ดังภาพที่ ก.1



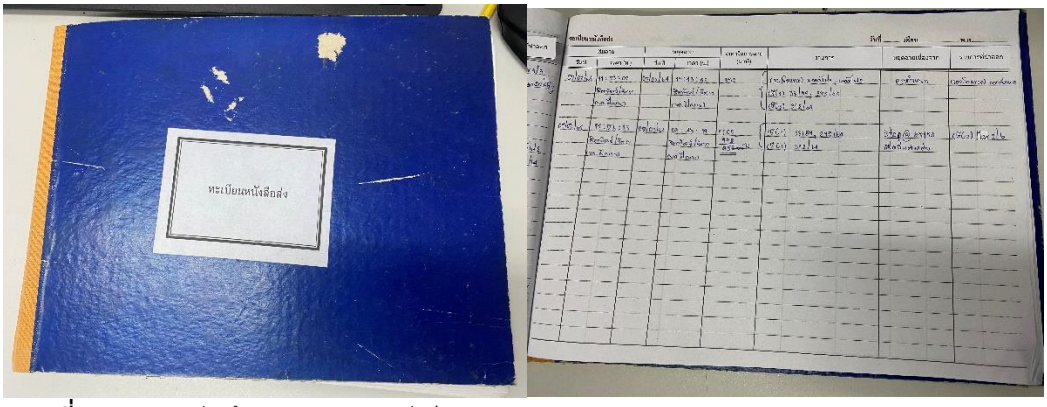
ภาพที่ ก.1 โปรแกรมแสดงเมื่อฉายรังสีครบตามเวลาที่กำหนด

จากนั้นรอประมาณ 5 นาที ให้แถบ Ozone vent Time-out หาย เพื่อให้ระบบระบายโอโซนออกจากห้อง เมื่อระบบระบายโอโซนเสร็จแล้วสามารถเปิดประตูห้องฉายรังสีเพื่อนำตัวอย่างเข้า – ออก ได้ ดังภาพ ก.2

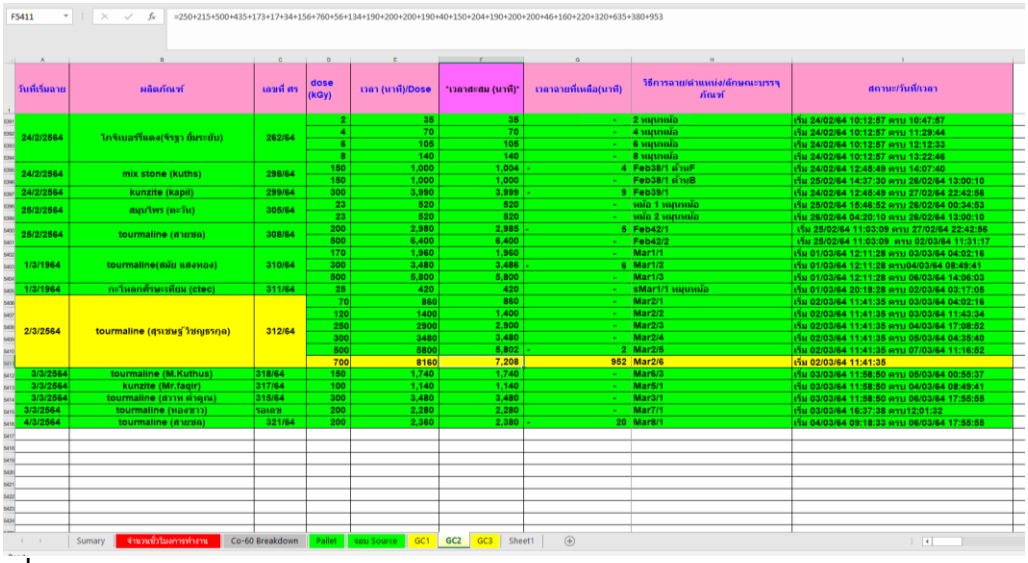


ภาพที่ ก.2 แสดงแถบ Ozone vent Time-out

ระหว่างรอ Ozone หาย ทำการบันทึกข้อมูลในการฉายรังสีลงสมุดบันทึกและโปรแกรม Excel โดยบันทึกเวลาที่ฉายรังสีเสร็จและบอกเหตุผลในการหยุดเครื่องฉายรังสี ในกรณีนี้เป็นการหยุดเมื่อครบกำหนดเวลา จากนั้นดูว่ามีอัญมณีหรือรายการใดที่จะต้องนำออกมาจากห้องฉายรังสี (ภาพที่ ก-3) จากนั้นเปิดโปรแกรม Excel เพื่อทำการบันทึกเวลาในการฉายรังสีโดยในสมุดจะมีการบันทึกเวลาที่ต้องฉายรังสีไว้ เมื่อทราบว่าฉายรังสีที่เวลาเท่าไร จากนั้นนำเวลาที่ตั้งฉายมาบวกที่ช่องเวลาสะสม เฉพาะรายการที่เป็นสีเหลืองเท่านั้น และเปิดดูทุก Sheet ที่เป็นสีเหลืองแล้วทำการบวกเวลาเหมือนเดิม ส่วนรายการที่ฉายครบกำหนดแล้วให้ใส่สีเขียวไว้ พร้อมใส่วันที่และเวลาที่ฉายเสร็จ ในช่องสถานะ/วันที่/เวลา ดังภาพที่ ก.4



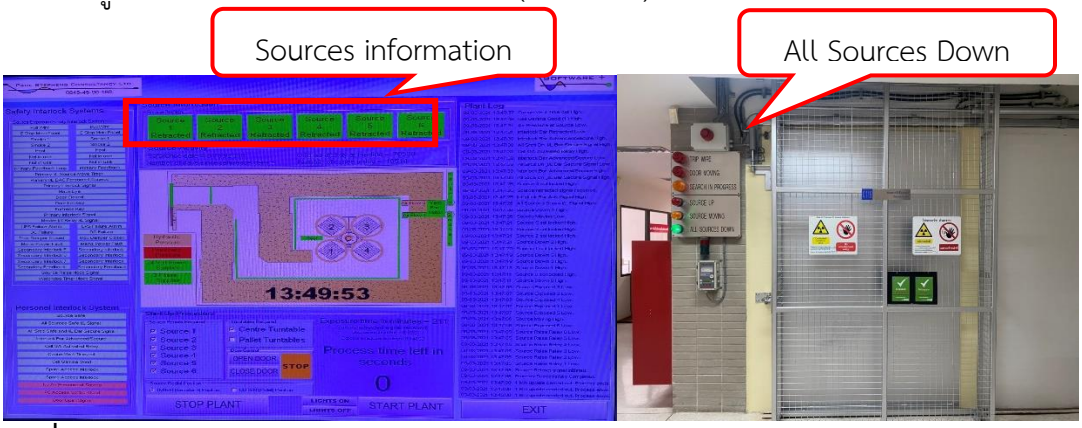
ภาพที่ ก.3 สมุดบันทึกเวลาการฉายรังสี



วันที่เริ่มฉาย	ผลิตภัณฑ์	เลขที่ สร	dose (kGy)	เวลา (นาที)/Dose	"เวลาสะสม (นาที)"	เวลาฉายที่เหลือ(นาที)	วิธีการจาย/ตำแหน่ง/ลักษณะบรรจุภัณฑ์	สถานะ/วันที่/เวลา
24/2/2564	โกจิเบอรี่แดง(จีนฐา ยิ่งกะยิ่ง)	282/64	3	35	35	-	2 หมุนหม้อ	เริ่ม 24/02/64 10:12:57 ครบ 10:47:57
			4	70	70	-	4 หมุนหม้อ	เริ่ม 24/02/64 10:12:57 ครบ 11:29:44
			6	105	105	-	6 หมุนหม้อ	เริ่ม 24/02/64 10:12:57 ครบ 12:12:33
			8	140	140	-	8 หมุนหม้อ	เริ่ม 24/02/64 10:12:57 ครบ 13:22:46
24/2/2564	mix stone (kuths)	298/64	150	1,000	1,004	- 4	Feb38/1 ด้านF	เริ่ม 24/02/64 12:45:49 ครบ 14:07:40
			150	1,000	1,000	-	Feb38/1 ด้านB	เริ่ม 25/02/64 14:37:30 ครบ 26/02/64 13:00:10
24/2/2564	kunzite (kapil)	299/64	300	3,990	3,999	- 9	Feb39/1	เริ่ม 24/02/64 12:45:49 ครบ 27/02/64 22:42:56
25/2/2564	สมุนไพร (ละวัน)	305/64	23	520	520	-	หม้อ 1 หมุนหม้อ	เริ่ม 25/02/64 15:46:52 ครบ 26/02/64 00:34:53
			23	520	520	-	หม้อ 2 หมุนหม้อ	เริ่ม 26/02/64 04:20:10 ครบ 26/02/64 13:00:10
25/2/2564	tourmaline (สายรุ้ง)	308/64	200	2,980	2,985	- 5	Feb42/1	เริ่ม 25/02/64 11:03:09 ครบ 27/02/64 22:42:56
			500	6,400	6,400	-	Feb42/2	เริ่ม 26/02/64 11:03:09 ครบ 02/03/64 11:31:17
1/3/1964	tourmaline(สม แสงทอง)	310/64	170	1,960	1,960	-	Mar1/1	เริ่ม 01/03/64 12:11:28 ครบ 03/03/64 04:02:16
			300	3,480	3,486	- 6	Mar1/2	เริ่ม 01/03/64 12:11:28 ครบ04/03/64 08:49:41
			500	5,800	5,800	-	Mar1/3	เริ่ม 01/03/64 12:11:28 ครบ 06/03/64 14:06:03
1/3/1964	กะโหลกศีรษะเทียม (ctec)	311/64	25	420	420	-	5Mar1/1 หมุนหม้อ	เริ่ม 01/03/64 20:18:28 ครบ 02/03/64 03:17:05
2/3/2564	tourmaline (สุรเชษฐ์ วิสคุธรรกุล)	312/64	70	860	860	-	Mar2/1	เริ่ม 02/03/64 11:41:35 ครบ 03/03/64 04:02:16
			120	1400	1,400	-	Mar2/2	เริ่ม 02/03/64 11:41:35 ครบ 03/03/64 11:43:34
			250	2900	2,900	-	Mar2/3	เริ่ม 02/03/64 11:41:35 ครบ 04/03/64 17:08:52
			300	3480	3,480	-	Mar2/4	เริ่ม 02/03/64 11:41:35 ครบ 05/03/64 04:35:40
			500	5800	5,802	- 2	Mar2/5	เริ่ม 02/03/64 11:41:35 ครบ 07/03/64 11:16:52
			700	8160	7,208	952	Mar2/6	เริ่ม 02/03/64 11:41:35
3/3/2564	tourmaline (M.Kuthus)	318/64	150	1,740	1,740	-	Mar6/3	เริ่ม 03/03/64 11:58:50 ครบ 05/03/64 00:55:37
3/3/2564	kunzite (Mr.tagir)	317/64	100	1,140	1,140	-	Mar5/1	เริ่ม 03/03/64 11:58:50 ครบ 04/03/64 08:49:41
3/3/2564	tourmaline (สำเภา ตำลุน)	315/64	300	3,480	3,480	-	Mar3/1	เริ่ม 03/03/64 11:58:50 ครบ 06/03/64 17:55:55
3/3/2564	tourmaline (หลอยขาว)	ไอเอช	200	2,280	2,280	-	Mar7/1	เริ่ม 03/03/64 16:37:38 ครบ12:01:32
4/3/2564	tourmaline (สายรุ้ง)	321/64	200	2,360	2,380	- 20	Mar8/1	เริ่ม 04/03/64 09:18:33 ครบ 06/03/64 17:55:55

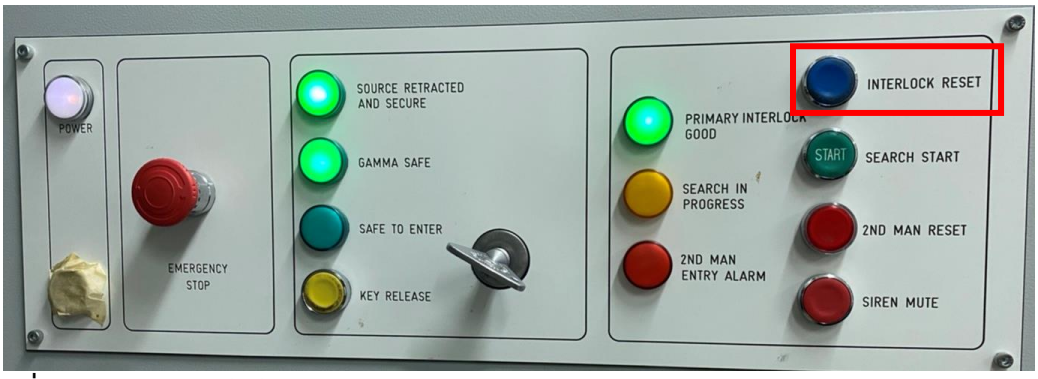
ภาพที่ ก.4 โปรแกรม Excel สำหรับบันทึกข้อมูลในการฉายรังสีอย่างละเอียด

เมื่อแถบ Ozone vent Time-out เปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีขาว ก็จะสามารถเปิดประตูเพื่อเข้าห้องฉายรังสีได้ โดยก่อนเปิดประตู Hydraulic จะต้องตรวจสอบสถานะของ Source ก่อนว่าอยู่ภายใน Shielding โดยการตรวจสอบหน้าห้องฉายรังสี โดยสังเกตจากสัญญาณไฟ ALL SOURCES DOWN และหน้าโปรแกรมที่ Source information หากเป็นสีเขียวทั้งสองที่แสดงว่าตำแหน่งของ Sources ถูกนำไปจัดเก็บในตำแหน่งที่ปลอดภัย (ภาพที่ ก.5)

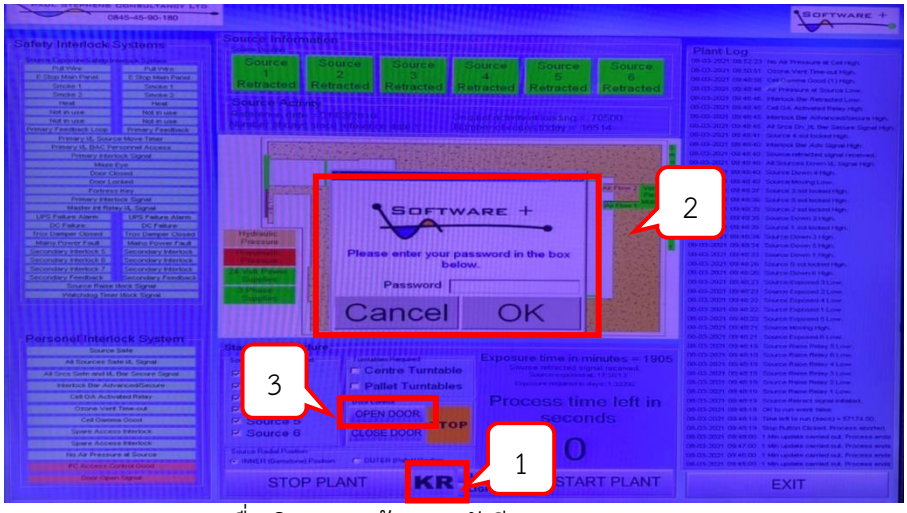


ภาพที่ ก.5 แสดงสถานะของแห่งรังสี

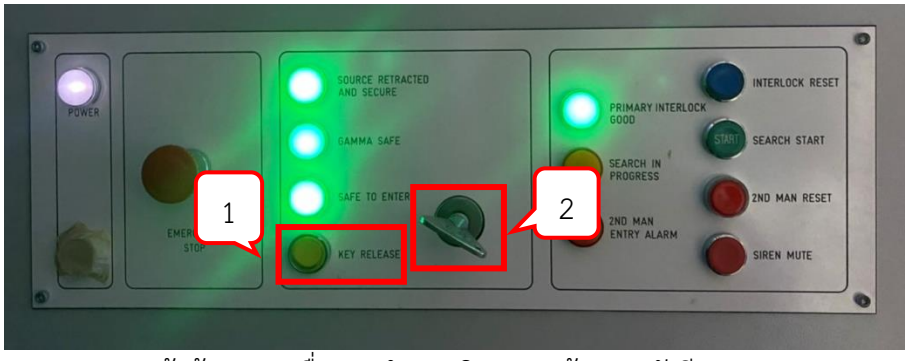
ทำการเปิดประตูห้องฉายรังสีที่ควบคุมด้วยระบบ Hydraulic โดยกดปุ่ม Interlock reset ที่ตู้ควบคุม (ภาพที่ ก.6) โดยหน้าจอโปรแกรมจะแสดงคำว่า KR ให้คลิกที่ KR แล้วใส่ Password ที่ถูกต้อง จากนั้น คลิก OK แล้วคลิก Open door เพื่อเปิดประตู ซึ่งจะมีเสียงสัญญาณเตือนให้ทราบถึงสถานะว่ากำลังเปิดประตูห้องฉายรังสี (ภาพที่ ก.7) ในเวลาเดียวกันเมื่อใส่ Password และ OK ไปแล้วบริเวณตู้ควบคุมจะมีไฟสีเขียวที่ Safe to enter แล้วให้กดปุ่ม Key release ที่ตู้ควบคุมค้างไว้ จากนั้นถอดกุญแจออกมาโดยบิดกุญแจทวนเข็มนาฬิกา (ภาพที่ ก.8)



ภาพที่ ก.6 แสดงแผงหน้าตู้ควบคุม



ภาพที่ ก.7 แสดงการควบคุมเพื่อเปิดประตูห้องฉายรังสี



ภาพที่ ก.8 แสดงแผงหน้าตู้ควบคุมเพื่อการทำการเปิดประตูห้องฉายรังสี

จากนั้นเมื่อระบบ Hydraulic จะเริ่มทำการและประตูตะกั่วจะเริ่มเปิดออก โดยประตูกรงเหล็กจะยังปิดอยู่จนกว่าจะนำกุญแจที่ถอดออกมาจากหน้าตู้ควบคุมเข้าไปไขจึงจะเปิดได้ (ภาพที่ ก.9) โดยที่ประตูกรงเหล็กจะมีกุญแจเสียบอยู่แล้วหนึ่งดอก และมีช่องกุญแจว่างอยู่อีกหนึ่งดอก จากนั้นนำ

กุญแจที่ถอดออกจากตู้ควบคุมมาไขแล้วบิดกุญแจทั้งสองดอก จึงจะสามารถเปิดประตูกรงเหล็กได้ (ภาพที่ ก.10)

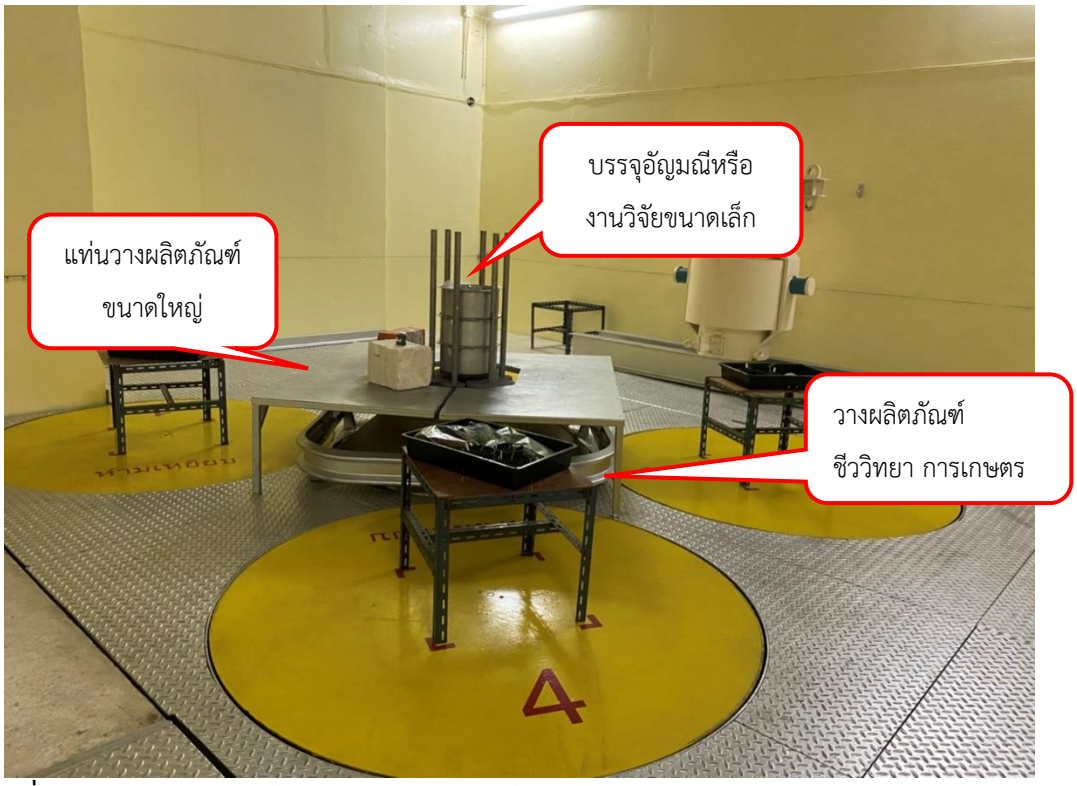
ภาพที่ ก.9 แสดงระบบประตูห้องฉายรังสี

ภาพที่ ก.10 แสดงการเปิดประตูกรงเหล็กห้องฉายรังสี

ในการเข้าห้องฉายรังสีแกมมาขณะที่เข้าไปปฏิบัติงานให้นำ Survey Meter เข้าไปด้วยทุกครั้ง เพื่อตรวจวัดปริมาณรังสีภายในห้องฉายรังสี พร้อมทั้งติด OSL (Optically Stimulated Luminescence Dosimeter) หรือแผ่นวัดปริมาณรังสีประจำตัวบุคคลเข้าไปด้วย (ภาพที่ ก.11)

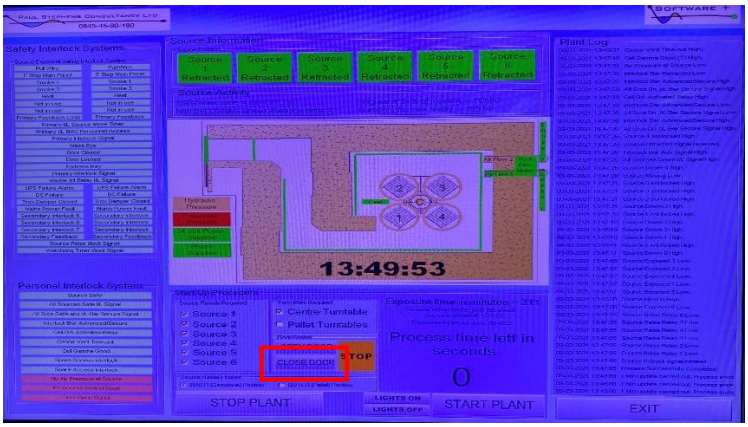
ภาพที่ ก.11 แผ่นวัดรังสีประจำตัวบุคคล และSurvey meter

เมื่อเข้าไปในห้องฉายรังสีให้นำอัญมณีที่ฉายรังสีเสร็จแล้วออก หรือถ้ามีอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์ต้องการฉายเพิ่มให้นำมาวางที่บริเวณที่ต้องการ (ภาพที่ ก.12) เมื่อดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีการตรวจสอบภายในห้องฉายรังสีเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีบุคคลอยู่ภายในห้องฉายรังสีแล้ว โดยการกดปุ่ม Search start ที่หน้าตู้ควบคุม (ภาพที่ ก.13) โดยจะมีเสียงสัญญาณเตือนตลอดเวลาที่ทำการตรวจสอบ จากนั้นทำการปิดประตูกรงเหล็กแล้วดึงกุญแจดอกเดิมออกมาเสียบที่หน้าตู้ควบคุมเพื่อป้องกันไม่ให้มีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในห้องฉายรังสีระหว่างปิดประตูตะกั่ว แล้วทำการปิดประตูทางเข้า-ออกห้องฉายรังสี (ภาพที่ ก.14)



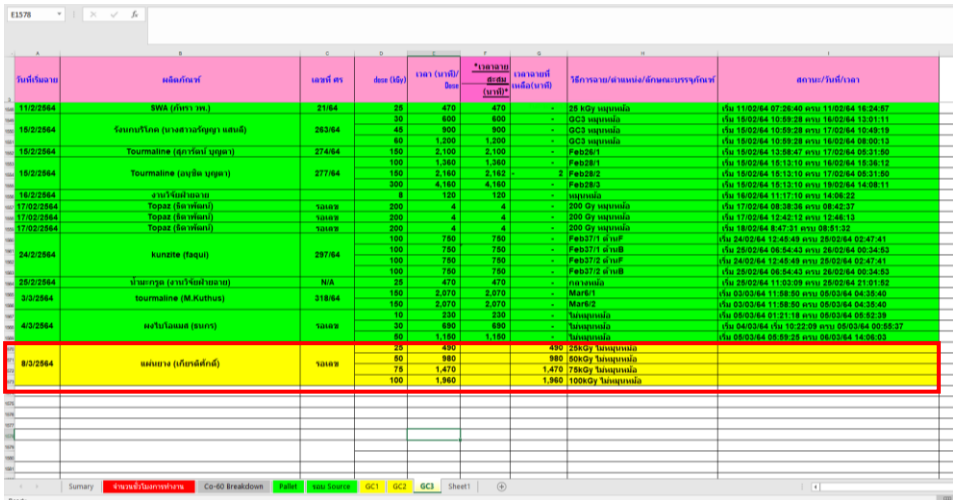
ภาพที่ ก.12 แสดงตำแหน่งในการฉายรังสีภายในห้องฉายรังสีแกมมา

ภาพที่ ก.13 แสดงแผงหน้าตู้ควบคุมเพื่อตรวจสอบภายในห้องฉายรังสีแกมมา



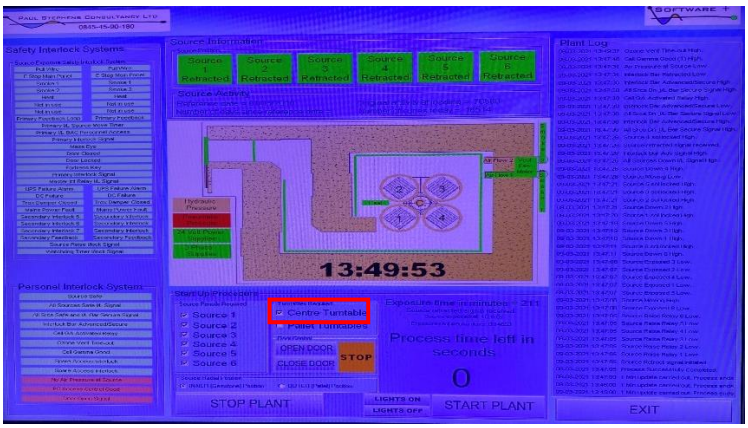
ภาพที่ ก.14 แสดงการปิดประตู Hydraulic

เมื่อเสียงสัญญาณหยุดลงแสดงถึงความพร้อมในการเดินเครื่องฉายรังสี จากนั้นจะเริ่มการฉายรังสีโดยการกำหนดเวลาที่ต้องการฉายรังสีโดยตรวจสอบเวลาจาก โปรแกรม Excel โดยดูเฉพาะแถบสีเหลืองเท่านั้น โดยดูที่ช่องเวลาฉายที่เหลือ โดยจะตั้งเวลาที่ฉายรังสีของตัวอย่างที่มีเวลาเหลือน้อยที่สุด ดังภาพที่ ก.15

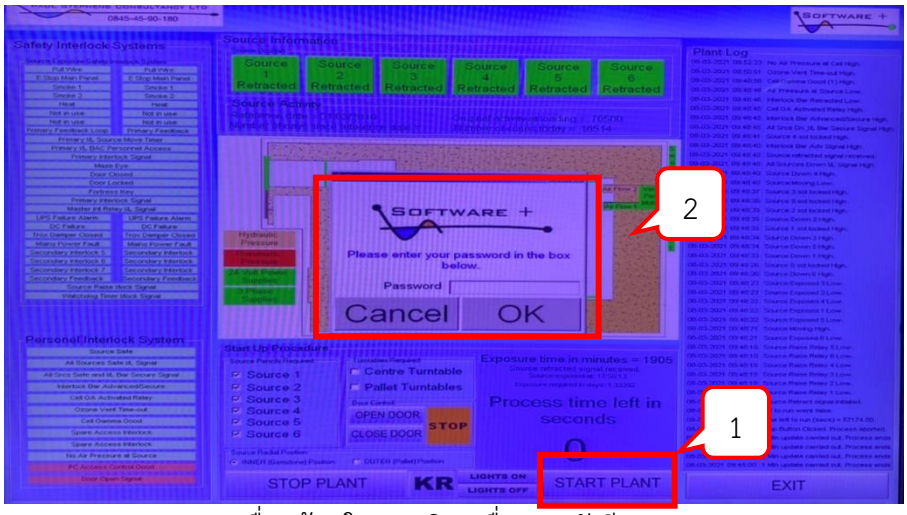


ภาพที่ ก.15 แสดงการตรวจสอบเวลาในการฉายรังสี

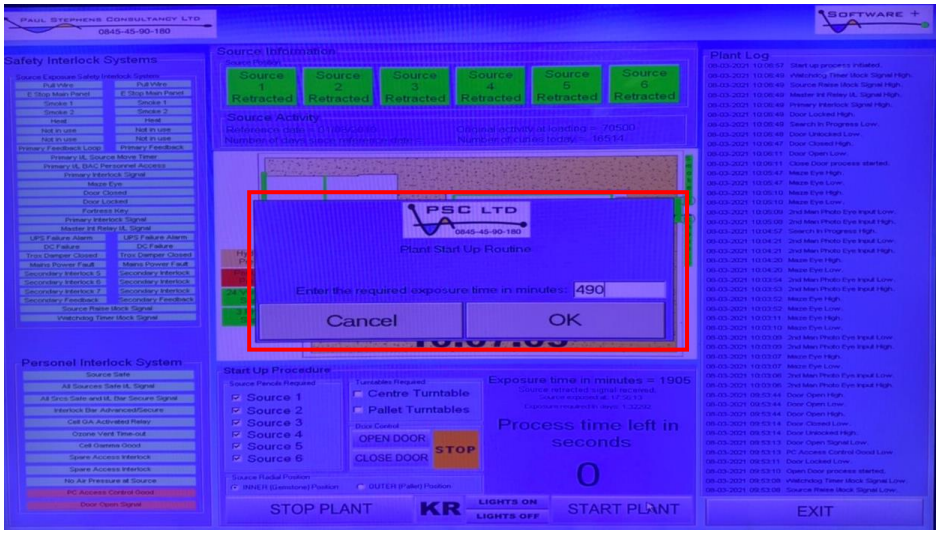
กรณีต้องการหมุนแท่นวางผลิตภัณฑ์บริเวณกึ่งกลางของแท่งรังสีให้เลือกที่ Centre turntable หรือต้องการหมุนบริเวณ Pallet รอบนอกแท่งรังสีให้เลือกที่ Pallet turntable (ภาพที่ ก.16) เมื่อพร้อมคลิก Start Plant แล้วโปรแกรมจะแสดงให้ใส่ Password ให้ใส่รหัสผ่านที่ถูกต้อง จากนั้นคลิก OK (ภาพที่ ก.17) จากนั้นจะมีหน้าต่างแสดงให้ใส่เวลาในการฉายรังสี หน่วยเป็นนาที จากนั้นคลิก OK (ภาพที่ ก.18)



ภาพที่ ก.16 แสดงการกำหนดรูปแบบในการฉายรังสี

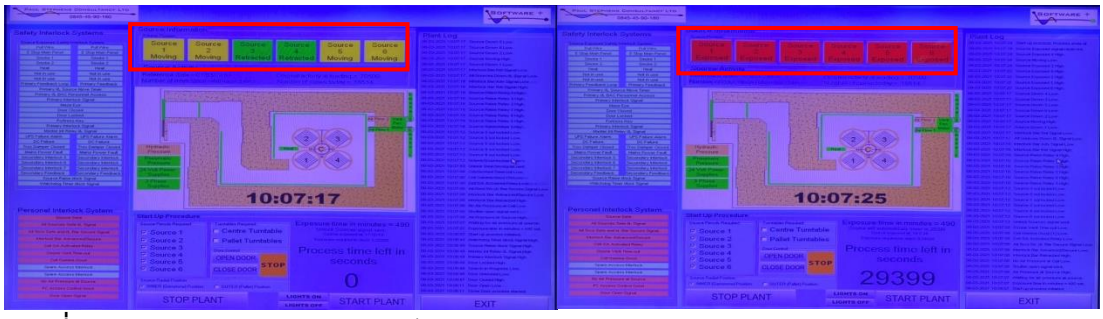


ภาพที่ ก.17 แสดงการควบคุมเมื่อพร้อมในการเดินเครื่องฉายรังสี

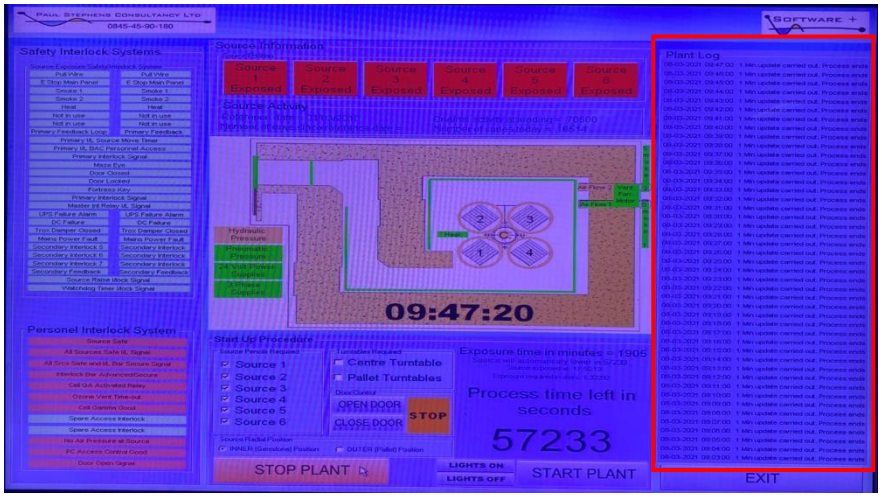


ภาพที่ ก.18 แสดงการกำหนดเวลาในการฉายรังสี

จากนั้นจะมีเสียงสัญญาณเตือนเมื่อมีการเคลื่อนขึ้นของแท่งรังสี และบริเวณหน้าจอจะแสดงสถานะของแท่งรังสีที่ Source information โดย Source1-6 จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง นั่นคือแท่งรังสีมีการเลื่อนที่ขึ้น และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงครบทุกอัน นั่นคือแท่งรังสีขึ้นครบทุกแท่งแล้ว (ภาพที่ ก.19) โดยในระหว่างการฉายรังสีจะมีการแจ้งเตือนสถานะทุกๆ 1 นาที ที่ Plant log (ภาพที่ ก.20)

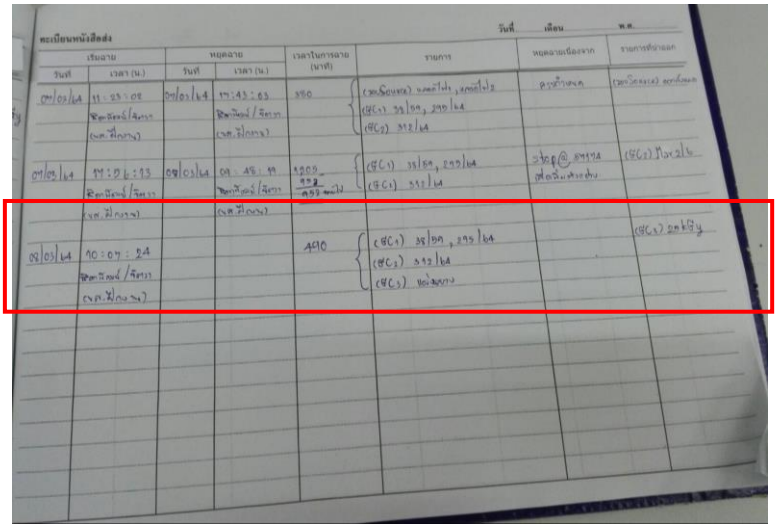


ภาพที่ ก.19 แสดงสถานะของแท่งรังสี



ภาพที่ ก.20 แสดงการแจ้งเตือนสถานะPlant log

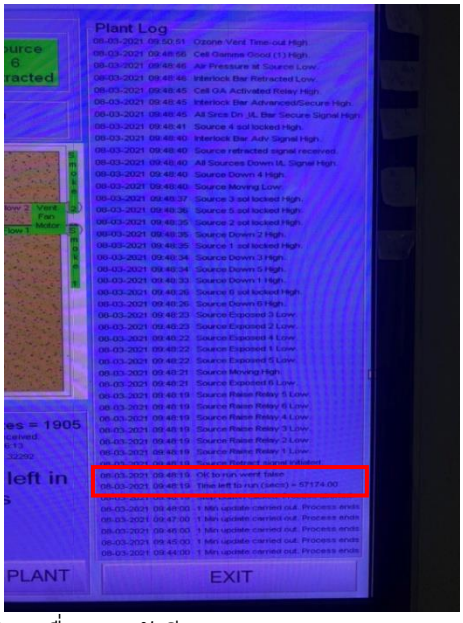
เมื่อทำการฉายรังสีเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำการการบันทึกข้อมูล ลงในสมุดบันทึก โดยบันทึกวันที่และเวลา ในการฉายรังสี บันทึกว่ามีอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์ใดบ้างอยู่ภายในห้องฉายรังสี และบันทึกว่าเมื่อครบกำหนดเวลาแล้วจะต้องนำอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์ใดออก (ภาพที่ ก.21)



ภาพที่ ก.21 บันทึกข้อมูลและรายละเอียดในการฉายรังสีภายในสมุดบันทึก

2. กรณีหยุดเครื่องฉายรังสีก่อนครบกำหนดเวลาเพื่อเพิ่มอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์

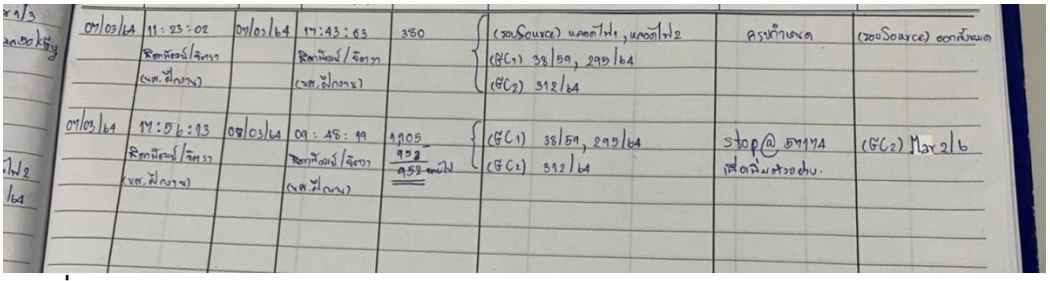
ในระหว่างการฉายรังสีหน้าจอโปรแกรมจะมีการแสดงผลเวลาถอยหลังในหน่วยวินาทีตามเวลาที่เรากำหนดเพื่อฉายรังสีนับถอยหลังจนกว่าจะครบกำหนด โดยในกรณีที่เราต้องการหยุดเดินเครื่องก่อนจะต้องคำนวณเวลาที่พอดีในหน่วยนาที โดยการกด Stop plant จากนั้นจะมีเสียงเตือนดังขึ้น บอกการเคลื่อนที่ของแท่งรังสีกลับสู่ shielding ดังภาพที่ ก.22



ภาพที่ ก.22 แสดงการหยุดเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา

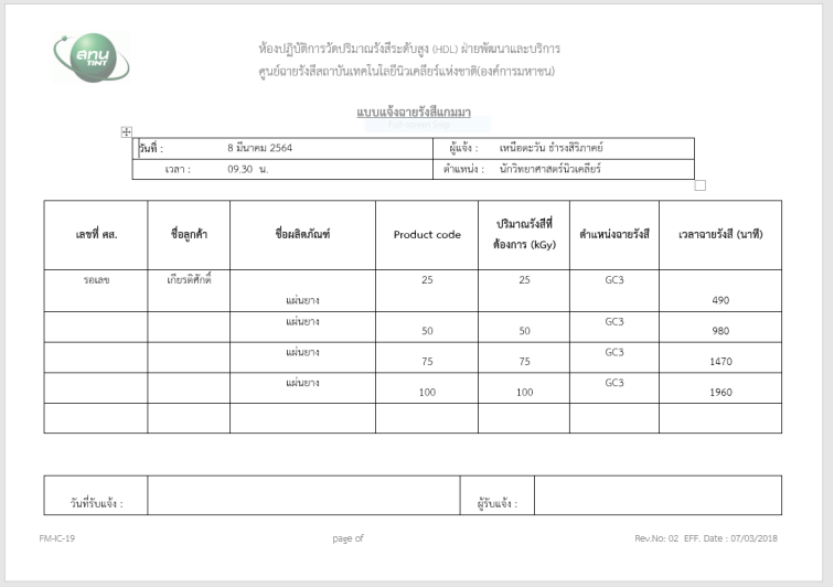
เมื่อเราหยุดเดินเครื่องจะมีการแจ้งเตือนที่ Plant log แสดงเวลาที่เราหยุดเดินเครื่องเขียนว่า Time left to run (secs) โดยจะแสดงเวลาในหน่วยวินาทีเราต้องนำมาหารด้วย 60 เพื่อให้

อยู่ในหน่วยนาทีแล้วนำเวลาที่หยุดฉายมาลบกับเวลาที่ตั้งฉายในสมุดบันทึก (ภาพที่ ก.23) แล้วจะได้เวลาที่ฉายไปแล้ว จากนั้นนำเวลาที่ฉายไปบวกในโปรแกรม Excel ที่ช่องเวลาสะสม



ภาพที่ ก.23 แสดงการบันทึกเวลาหยุดฉายลงในสมุดบันทึก

จากนั้นนำรายละเอียดของอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเพิ่มเข้าไปในห้องฉายรังสีโดยจะมีนักวิทยาศาสตร์แจ้งเข้ามาในระบบ GIC ซึ่งเป็นระบบภายในสำนักงาน (ภาพที่ ก.24) จากนั้นบันทึกรายละเอียดต่างๆ ลงในโปรแกรม Excel



ห้องปฏิบัติการวัดปริมาณรังสีระดับสูง (HDL) ฝ่ายพัฒนาและบริการ
ศูนย์ฉายรังสีสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)

แบบแจ้งฉายรังสีแกมมา

วันที่ :	8 มีนาคม 2564	ผู้แจ้ง :	เหนือคะวัน อำรงสิริภาคย์
เวลา :	09.30 น.	ตำแหน่ง :	นักวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์

เลขที่ ศส.	ชื่อลูกค้า	ชื่อผลิตภัณฑ์	Product code	ปริมาณรังสีที่ต้องการ (kGy)	ตำแหน่งฉายรังสี	เวลาฉายรังสี (นาที)
รอเลข	เกียรติศักดิ์	แผ่นยาง	25	25	GC3	490
		แผ่นยาง	50	50	GC3	980
		แผ่นยาง	75	75	GC3	1470
		แผ่นยาง	100	100	GC3	1960

วันที่รับแจ้ง :		ผู้รับแจ้ง :	

FM-IC-19 page of Rev.No: 02 EFF. Date : 07/03/2018

ภาพที่ ก.24 แสดงตารางการแจ้งฉายรังสีแกมมา

จากนั้นก็จะเปิด-ปิดประตู นำตัวอย่างเข้าไปไว้ตามตำแหน่งที่ต้องการ ตรวจสอบภายในห้องฉายรังสี และทำการเดินเครื่องฉายรังสีเหมือนกับกรณีครบกำหนดเวลาที่กล่าวมาข้างต้น

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นางสาวจิตรา แจ่มดวง
ตำแหน่ง	นักศึกษา
วันเดือนปีเกิด	16 มีนาคม พ.ศ. 2542
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลบัวใหญ่ อำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	มัธยมต้น โรงเรียนสีดาวิทยา
	มัธยมปลาย โรงเรียนสีดาวิทยา
สถานศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ปีที่สำเร็จการศึกษา	2563
สถานที่ที่ติดต่อได้	บ้านเลขที่ 36/1 หมู่ 3 ตำบลโนนประดู่ อำเภอสีดา
	จังหวัดนครราชสีมา 30430