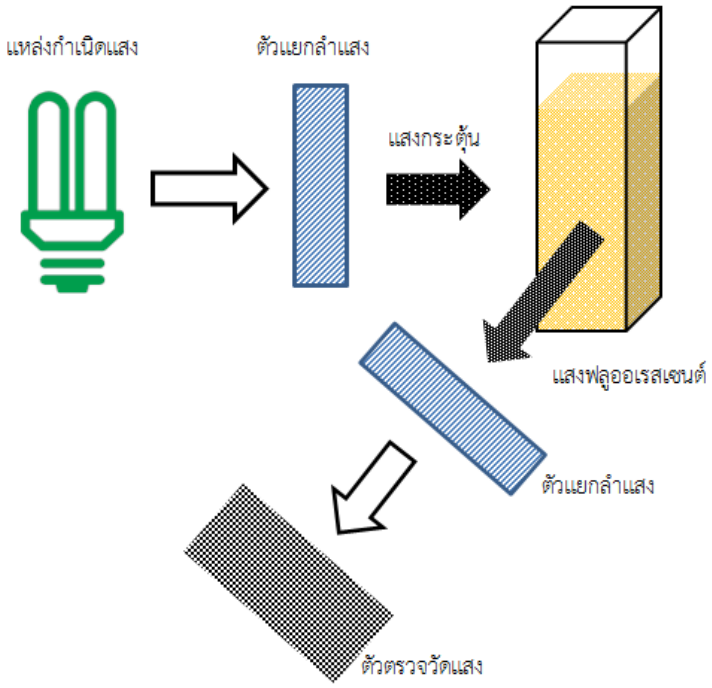
บทที่ 1
บทนำ

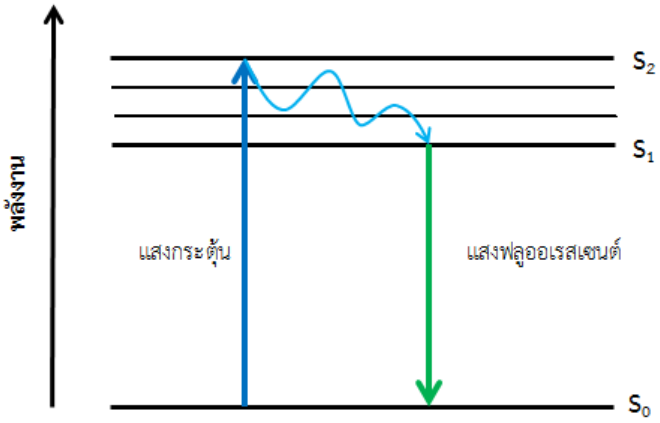
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การตรวจวัดปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในงานวิเคราะห์สมบัติของสสาร โดยทั่วไปแล้วการตรวจวัดจะสามารถกระทำได้โดยอาศัยเครื่องวัดแสงฟลูออเรสเซนต์ องค์ประกอบหลักของเครื่องจะมีแหล่งกำเนิดแสงที่ทำหน้าที่กระตุ้นหรือให้พลังงานกับสสารที่ต้องการตรวจสอบ ตัวแยกแสง (เช่น ฟิลเตอร์ หรือเกรตติ้ง) ที่บรรจุสสารที่ต้องการตรวจสอบ (เช่นคิวเวทท์) และตัวรับแสงซึ่งทำหน้าที่ตรวจวัดสัญญาณแสงที่ถูกปลดปล่อยออกมาดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 หลักการวัดปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์

หลักการวัดแสงฟลูออเรสเซนต์จะทำได้โดยการฉายแสงที่มีย่านพลังงานที่เหมาะสมให้กับสสารที่ต้องการตรวจสอบ ทำให้อิเล็กตรอนที่อยู่ในสถานะพื้น (S_0) เปลี่ยนระดับพลังงานขึ้นไปยังสถานะที่สูงขึ้น (S_1, S_2, S_3, ...) ดังรูปที่ 1.2 และเมื่ออิเล็กตรอนกลับสู่สถานะพื้นจะคายพลังงานออกมา โดยแสงฟลูออเรสเซนต์หรือพลังงานที่ถูกปลดปล่อยออกมานี้จะมีความยาวคลื่นยาวขึ้น กว่าแสงที่ใช้ในการกระตุ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือมีพลังงานลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเนื่องจากการกลับเข้าสู่สถานะพื้นของอิเล็กตรอนจะมีการสูญเสียพลังงานไปบางส่วนเนื่องจากการชนและการสั่นของอะตอมหรือโมเลกุล และการถ่ายเทพลังงานให้สารละลาย



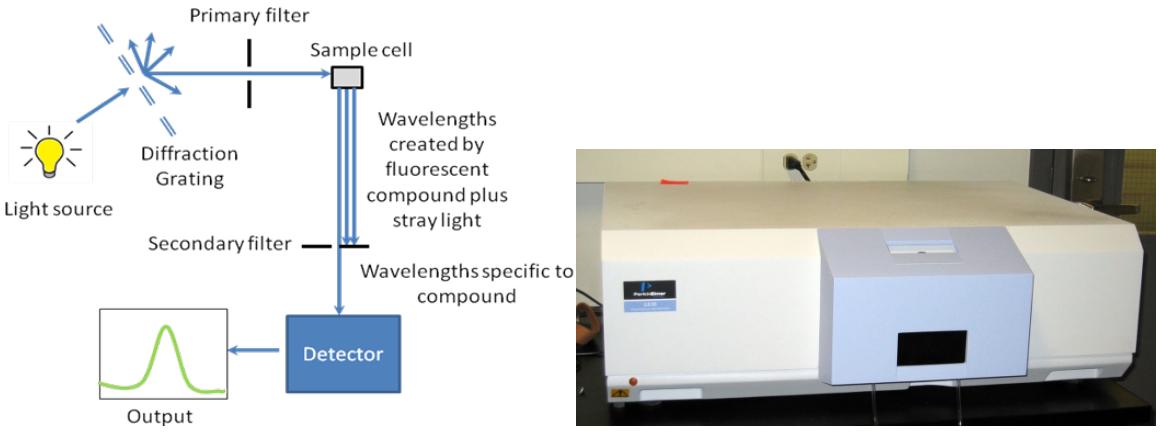
รูปที่ 1.2 กลไกการเกิดแสงฟลูออเรสเซนต์

ชนิดของเครื่องวัดแสงฟลูออเรสเซนต์

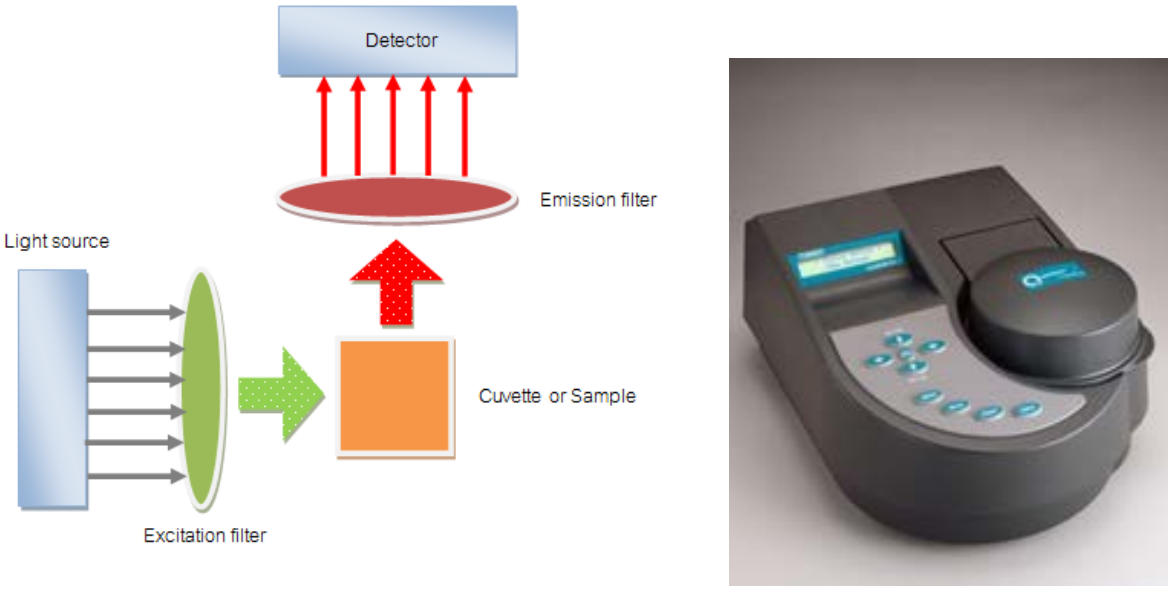
เครื่องวัดแสงฟลูออเรสเซนต์อาจแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามชนิดของตัวแยกแสง คือ

- เครื่องฟลูออโรมิเตอร์ชนิดใช้ฟิลเตอร์ (Filter fluorometer)
- เครื่องฟลูออโรมิเตอร์ชนิดใช้เกรตติง (Spectrofluorometer)

ตัวแยกแสงทำหน้าที่กรองแสงหรือแยกความยาวคลื่นแสงที่ไม่ต้องการให้ตกกระทบสารตัวอย่างออก ในกรณีที่ใช้เกรตติ้งเป็นตัวแยกแสงเครื่องจะสามารถจำแนกแสงตกกระทบได้ดีและให้แถบแสงที่แคบ แต่ในกรณีที่ใช้ฟิลเตอร์จำเป็นต้องเลือกใช้งานให้ถูกต้องเหมาะสมกับย่านที่ต้องการวัด เพราะฟิลเตอร์ให้แสงออกมาเป็นแถบและมีย่านที่กว้างกว่าเกรตติง ดังนั้นการเลือกใช้ฟิลเตอร์จะต้องเลือกให้มีค่าแบนด์วิทท์ (Bandwidth) แคบๆ และไม่อยู่ในย่านที่ซ้อนทับกับแสงฟลูออเรสเซนต์ที่ต้องการตรวจวัดเพราะจะทำให้วัดปริมาณแสงได้สูงกว่าค่าจริง



รูปที่ 1.3 เครื่องฟลูออโรมิเตอร์ชนิดใช้เกรตติ้ง



รูปที่ 1.4 เครื่องฟลูออโรมิเตอร์ชนิดใช้ฟิลเตอร์

แหล่งกำเนิดแสง

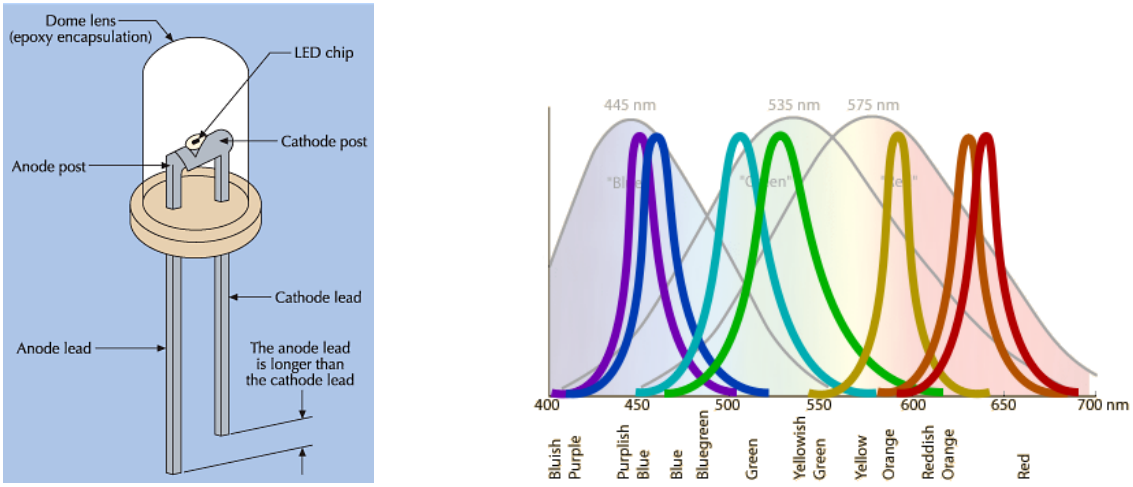
แหล่งกำเนิดแสงคือส่วนประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่ให้กระตุ้นหรือให้พลังงานกับสารตัวอย่างที่ศึกษา สมบัติของแหล่งกำเนิดแสงที่ดีคือต้องมีค่าความยาวคลื่นในย่านที่เหมาะสมต่อการดูดกลืนพลังงานของสารที่ศึกษาและมีความเข้มแสงคงที่ตลอดช่วงเวลาที่วัดค่า แหล่งกำเนิดแสงมีอยู่มากมายหลายชนิดตังแสดงในตารางที่ 1.1 ซึ่งแต่ละชนิดจะมีหลักการทำงานและให้แสงที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกันออกไป

ตารางที่ 1.1 ชนิดของแหล่งกำเนิดแสงและการใช้งาน [1]

Type	Usage
Tungsten Halogen Light Sources:	Used most often as standard VIS-NIR light sources for absorbance, reflectance of solid objects and color measurement.
Deuterium Light Sources:	Used most often for UV absorbance and reflectance measurements, and for applications requiring a stable, high-power source.
Combination UV-VIS-NIR Light Sources:	Used as a single illumination source for measurements across our spectrometers' entire wavelength range.
Pulsed Xenon Lamp:	Used most often in applications requiring a long-life light source for absorbance, reflectance and fluorescence measurements, and for measuring optically or thermally unstable samples.
Light-emitting Diodes:	Used most often as an excitation source for fluorescence applications. Features minimal warm-up time and high stability.
Mercury-Argon Wavelength Calibration Source:	Used as a wavelength calibration source for spectrophotometric systems. Produces Hg and Ar atomic emission lines from 253-922 nm.
Calibrated Tungsten Halogen Light Source:	Used to calibrate the absolute spectral intensity of a system. Its spectral intensity is NIST-traceable.

ในปัจจุบันเทคโนโลยีของแหล่งกำเนิดแสงได้ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้มีแหล่งกำเนิดแสงแอลอีดี (LED) ที่มีขนาดเล็ก ให้ความสว่างสูงและใช้กำลังไฟต่ำ แหล่งกำเนิดแสงชนิดนี้ยังมีราคาถูกเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิด

แสงชนิดอื่นๆที่ถูกนำมาใช้ในการตรวจวัดเช่น ซีนอน และเลเซอร์ เป็นต้น ดังนั้นการประยุกต์ใช้แหล่งกำเนิดแสง LED เพื่อกระตุ้นสสารจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาเครื่องมือวัดให้มีขนาด เล็กลงและกินไฟน้อย งานวิจัยนี้จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องวัดปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์ขนาดพกพา โดยใช้ LED เป็นแหล่งกำเนิดแสง โดยเครื่องต้นแบบที่พัฒนาได้สามารถถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิเคราะห์ปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์ในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 1.5 ไดโอดเปล่งแสง [2]

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องวัดปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์ขนาดพกพาโดยใช้แหล่งกำเนิดแสง LED
2. เพื่อนำเครื่องที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้เครื่องกับงานวิเคราะห์ปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์ทั้งในและนอกห้องปฏิบัติการ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาสมบัติและหลักการทำงานของเครื่องวัดปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์
2. ศึกษาสมบัติและหลักการทำงานของแหล่งกำเนิดแสง LED ชนิดต่างๆ
3. ทดลองจัดสร้างเครื่องวัดปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์โดยใช้แหล่งกำเนิดแสง LED ชนิดต่างๆ
4. ศึกษาสมบัติของเครื่องที่จัดเตรียมขึ้น เช่น ความไว (sensitivity) ความยาวคลื่นของแสงกระตุ้น ย่านการตอบสนองของตัวตรวจวัดแสง เป็นต้น
5. จัดทำเครื่องสำเร็จรูปต้นแบบสำหรับนำไปใช้งานจริง

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัย เช่น หลักการทำงานของเครื่องวัดปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์ หลักการทำงานของแอลอีดี

ขั้นตอนที่ 2 จัดหาวัสดุสำหรับสร้างเครื่องวัดปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองสร้างเครื่องวัดปริมาณแสงฟลูออเรสเซนต์

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาและพัฒนาสมบัติของเครื่องที่สร้างขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 สร้างเครื่องต้นแบบและนำไปทดลองใช้งานในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ
ขั้นตอนที่ 6 จัดทำและส่งมอบรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	ระยะเวลา											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ขั้นตอนที่ 1												
ขั้นตอนที่ 2												
ขั้นตอนที่ 3												
ขั้นตอนที่ 4												
ขั้นตอนที่ 5												
ขั้นตอนที่ 6												

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักวิจัยสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดเพื่อใช้งานจริง
2. ได้เครื่องวัดฟลูออเรสเซนต์ขนาดพกพาที่เหมาะสมกับงานวัดในภาคสนาม
3. สามารถนำเครื่องต้นแบบไปขยายผลต่อในเชิงพาณิชย์