

บทที่ 2

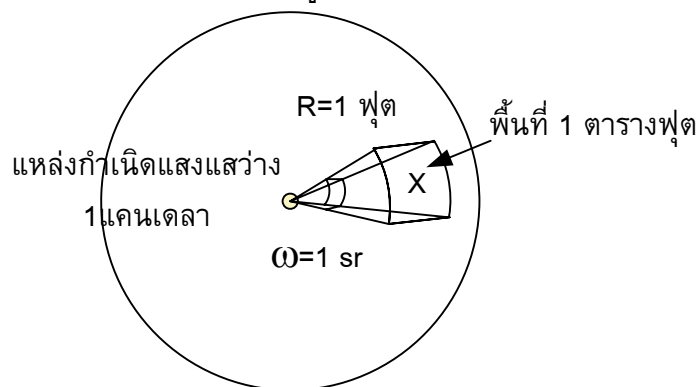
หน่วยและศัพท์การวัดแสง

ก่อนที่จะเราจะทำการออกแบบแสงสว่างนั้นเราต้องทราบค่าหน่วยและศัพท์ทางการวัดแสงเพื่อให้สามารถออกแบบได้ถูกต้องตรงตามมาตรฐานของการออกแบบแสงสว่าง ซึ่งศัพท์ที่ควรจะต้องรู้มีดังนี้

- มุมเชิงของแข็ง (Solid Angle)
- ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux)
- ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity)
- ความส่องสว่าง
- ความสว่าง

2.1 มุมเชิงของแข็ง (Solid Angle; Ω)

เป็น อัตราส่วนของพื้นที่ผิวทรงกลมต่อรัศมีของทรงกลมยกกำลังสอง หน่วยเป็น สเตอเรเดียน (steradian, sr) ใช้สัญลักษณ์ Ω ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 มุมเชิงของแข็ง

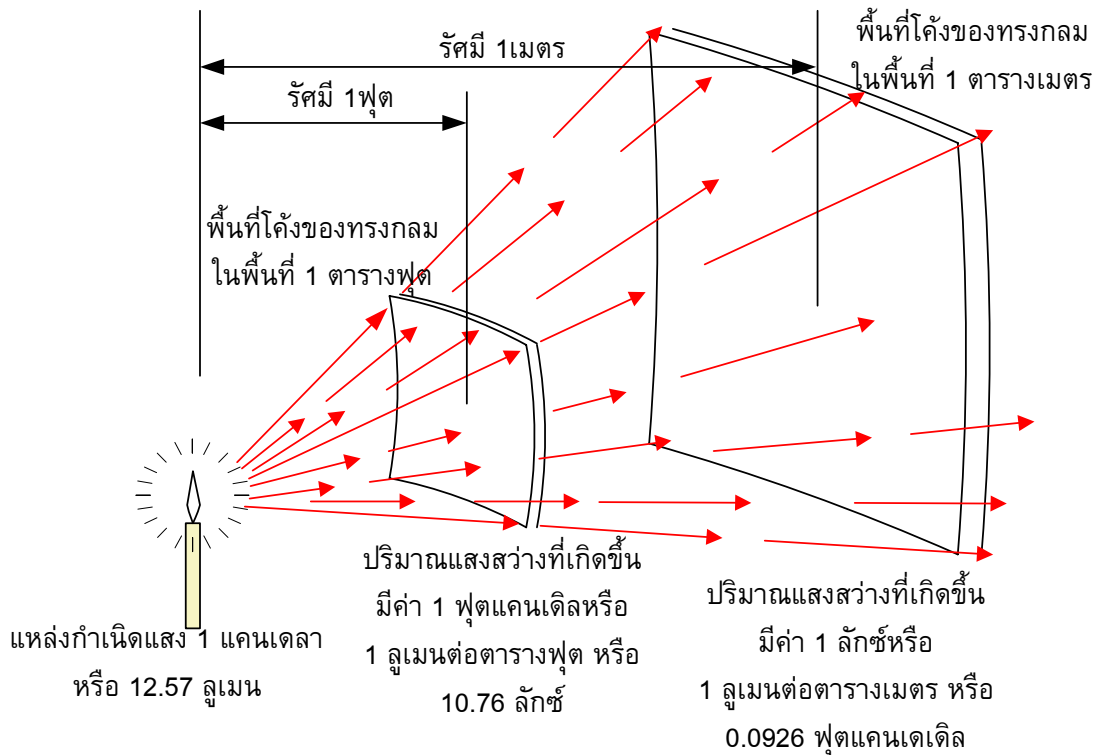


2.2 ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux ; Φ)

เป็น พลังงานแสงสว่างที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงต่อหน่วยเวลา หน่วยเป็น ลูเมน (Lumen ; lm) ใช้สัญลักษณ์ Φ

1 ลูเมน หมายถึง ปริมาณแสงที่ส่องบนพื้นที่หนึ่งตารางเมตร บนผิวทรงกลมที่มีรัศมีหนึ่งเมตรโดยมีแหล่งกำเนิดแสงหนึ่งแคนเดลา หรือ หนึ่งกำลังเทียนวางที่จุดศูนย์กลางของวงกลม ซึ่งเมื่อพิจารณาพื้นที่ทั้งหมดของทรงกลมแล้ว จะมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ เพราะฉะนั้น ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างออกไปได้เท่ากับ 12.57 ลูเมน

$$\Phi = \frac{dQ}{dt}$$



รูปที่ 2.2 แสดงปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผิวทรงกลม

ลูเมน เป็นหน่วยวัดปริมาณแสง

2.3 ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity ; I)

เป็น ความหนาแน่นของฟลักซ์ส่องสว่างหรือพลังงานที่ส่องออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางใดๆ ต่อมุมเชิงของแข็ง (Solid Angle; Ω) หน่วยเป็น ลูเมน / สเตอเรเดียน หรือ แคนเดลา (Candela ; cd) หรืออาจจะกล่าวได้ว่า แคนเดลา คือ ความเข้มแสงตามทิศทางที่กำหนดไว้

$$1 \text{ แคนเดลา} = 12.57 \text{ ลูเมน}$$



2.4 ความส่องสว่าง (Illuminance, E)

หมายถึง ความส่องสว่างที่กระทบลงบนวัตถุมีความสัมพันธ์คือ ปริมาณแสง (ลูเมน) / พื้นที่ มี 2 หน่วยคือ ลักซ์ (Lux) กับ ฟุตแคนเดิล (footcandle)

- ความส่องสว่าง 1 Lux หมายถึง ปริมาณเส้นแรงของแสง 1 ลูเมนไปตกลงบนวัตถุบนพื้นที่ 1 ตารางเมตรบนพื้นผิวของทรงกลม (ดังรูปที่ 2.2)
- ความส่องสว่าง 1 fc หมายถึง ปริมาณเส้นแรงของแสง 1 ลูเมนไปตกลงบนวัตถุบนพื้นที่ 1 ตารางฟุตบนพื้นผิวของทรงกลม (ดังรูปที่ 2.2)

$$1 \text{ fc} = 1 \text{ Lm} / \text{ft}^2$$

$$1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lm} / \text{m}^2$$

ความส่องสว่างในหน่วยของลักซ์กับฟุตแคนเดิล มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$1 \text{ Lux} = 0.0929 \text{ fc}$$

$$1 \text{ fc} = 10.76 \text{ Lux}$$

ค่าของความส่องสว่างบนพื้นผิวใดๆ จะแปรผันโดยตรงกับความเข้มของการส่องสว่าง และแปรผกผันกับค่าระยะห่างยกกำลังสอง

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

E = ความส่องสว่าง

I = ความเข้มของการส่องสว่าง

D = ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงไปยังพื้นที่ผิว

ตัวอย่าง

แหล่งกำเนิดแสง 1 แคนเดลาห่างจากพื้นที่ผิวเป็นระยะห่าง 2 ฟุต จงหาค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นที่พื้นผิวนั้น ในหน่วยของ ฟุตแคนเดิล

วิธีทำ จาก

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

แทนค่า
$$E = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4} \text{ fc} \quad \underline{\text{ตอบ}}$$

ในการออกแบบระบบแสงสว่างจำเป็นต้องอ้างอิงมาตรฐานสากลเป็นตัวกำหนดค่ามาตรฐานของความส่องสว่างแสงที่เหมาะสม ซึ่งมีหลายๆ มาตรฐาน เช่น



IES = (Illuminating Engineering Society)

IES(USA)

IES(BS)

CIE = (International Commission on Illumination)

CIE เป็นมาตรฐานที่กำหนดเป็นมาตรฐานสากลที่ไม่ขึ้นอยู่กับประเทศใดประเทศหนึ่ง

2.5 ความสว่าง (Luminance)

หมายถึง ความส่องสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุ มีหน่วยเป็น แคนเดลา/ตารางเมตร หากวัตถุมีผิวที่มีลักษณะแตกต่างกันหรือมีสีที่ต่างกันก็จะทำให้ค่าความสะท้อนที่ต่างกัน นั่นคือ ค่าความสว่าง (Luminance) ก็จะต่างกันไปด้วย เช่น หากเราส่องแสงเข้ากระทบกับวัตถุสีขาวก็จะมีค่าความสว่างมากกว่าวัตถุสีดำ

ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับความสว่างคือ

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

L = ความสว่าง แคนเดลา / ตารางเมตร (Candela / m²)

ρ = สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุ

E = ความส่องสว่าง ลักซ์ (Lux)

ในการวัดค่าปริมาณแห่งการส่องสว่างที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 แบบ คือ ฟุตแคนเดิลมิเตอร์ (Footcandlemeter) กับ ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) ซึ่งก็มีลักษณะแตกต่างกันไป ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 เครื่องวัดปริมาณการส่องสว่าง

ชื่อ	ตัวย่อ	หน่วย	ตัวย่อ
มุมเชิงของแข็ง	ω	สเตอเรเดียน	sr
ฟลักซ์ส่องสว่าง	Φ	ลูเมน	lumen, lm
ความเข้มการส่องสว่าง	I	แคนเดลา	cd
ความส่องสว่าง	E	ลักซ์	Lux
		ฟุตแคนเดิล	fc
ความสว่าง	L	แคนเดลา / ตารางเมตร	cd / m ²



แบบฝึกหัดบทที่ 2

1. จงให้ความหมายของคำต่อไปนี้
 - มุมเชิงของแข็ง
 - ฟลักซ์ส่องสว่าง
 - ความเข้มส่องสว่าง
 - ความส่องสว่าง
 - ความสว่าง
2. แหล่งกำเนิดแสง 25.14 ลูเมนห่างจากพื้นผิวเป็นระยะห่าง 4 เมตร จงหาค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นที่พื้นผิวนั้น ในหน่วยของ ลักซ์ (Lux) และ ฟุตแคนเดิล (fc)
3. ความส่องสว่างเกิดขึ้นที่ผิวงาน 300 Lux โดยมีแหล่งกำเนิดแสง 2500 ลูเมน อยากรทราบว่าการส่องสว่างนี้อยู่ห่างจากพื้นผิวงานกี่เมตร