บทที่ 22
แสงสว่าง

พอกล่าวถึงแสงสว่างใคร ๆ ก็ย่อมนึกถึงแสงจากดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน แสงไฟแสงเทียนในเวลากลางคืน ซึ่งมีความหมายต่อแต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน ถ้าเป็นนักศึกษาก็จะต้องการแสงสว่างพอดีไม่จ้าหรือน้อยเกินไปเพื่อใช้อ่านหนังสือได้โดยไม่รู้สึกเพลียตา ถ้าเป็นช่างแก้นาฬิกาก็คงต้องการแสงสว่างมากขึ้นเพื่อเห็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ ของนาฬิกาได้ถนัด แต่ถ้าเป็นสโมสรสำหรับผู้ชอบไปชุมนุมในเวลากลางคืนคงต้องการแสงสว่างเพียงสลัว ๆ เพื่อให้บรรยากาศเหมาะสม ถึงอย่างไรก็ดีเราก็พอเห็นได้ชัดว่า แสงสว่างเป็นความจำเป็นในชีวิตประจำวันอีกประการหนึ่ง นอกเหนือไปจาก แรง, งาน, ความร้อน และ เสียง

เมื่อแสงสว่างเป็นความจำเป็นในชีวิตของเราแต่ดวงอาทิตย์มีเวลาขึ้นและตก ไม่สามารถให้แสงสว่างแก่เราตลอดเวลาได้ จึงได้มีผู้คิดสิ่งที่ให้แสงสว่างแทนดวงอาทิตย์ในเวลากลางคืนขึ้น อันได้แก่ดวงไฟประเภทต่าง ๆ ซึ่งใช้เชื้อเพลิงหรือใช้กระแสไฟฟ้าอันเป็นการแปลงพลังงานรูปอื่นมาเป็นแสงสว่างนั่นเอง

22.1 กำเนิดแสง

ความต้องการแสงสว่างแทนแสงอาทิตย์ทำให้คนคิดทำเทียน มีไส้เทียนจุดให้แสงสว่าง หรือตะเกียงแบบต่าง ๆ ที่ใช้น้ำมันจากไขสัตว์ จนกระทั่ง พ.ศ. 2428 (ค.ศ. 1885) Auer von Wels-bach นักวิทยาศาสตร์ชาวออสเตรียคิดสร้างตะเกียงบุนเสน (Bunsen burner) ซึ่งให้ความร้อนมากกว่าแสงสว่าง เป็นตะเกียงแบบใช้อากาศปนกับก๊าซเชื้อเพลิงก่อนเกิดการเผาไหม้

สิ่งประดิษฐ์ของ Welsbach นั้นมิใช่เป็นสิ่งแรก เพราะฮัมฟรี เดวี (Humphry Davy) ได้ค้นพบการใช้กระแสไฟฟ้าให้เกิดประกายไฟฟ้า และหลอดไฟ แบบที่มีไส้ ตั้งแต่ พ.ศ. 2353 (ค.ศ. 1810) แต่เครื่องให้แสงสว่างแบบนี้ได้นำออกใช้แพร่หลายในตอนปลายศตวรรษ

นั้น ทั้ง ๆ ที่มีการค้นพบตั้งแต่ต้นศตวรรษ ทั้งนี้เนื่องจากยังไม่สามารถสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมได้ จนกระทั่งแกรม (Gramme) ได้ประดิษฐ์ไดนาโมแบบใหม่ขึ้นได้ในปี พ.ศ. 2413 (ค.ศ. 1807) ส่วนระบบแสงสว่างจากตะเกียงประกายไฟฟ้าสำหรับส่องสว่างตามถนนและอาคารขนาดใหญ่นั้น บรัช (Brush) เป็นผู้คิดประดิษฐ์ขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2413 (ค.ศ. 1870)

ในช่วงเวลาเดียวกันนั่นคือเมื่อ พ.ศ. 2422 (ค.ศ. 1879) เอดิสัน (Edison) ได้ค้นพบสารที่สามารถนำมาใช้ทำไส้หลอดในหลอดแก้วสุญญากาศ และทำให้ร้อนแดงจนให้แสงสว่างได้ด้วยกระแสไฟฟ้า สารที่ใช้ทำไส้หลอดคือถ่านที่ได้จากไม้ไผ่ชนิดหนึ่ง หลอดไฟชนิดนี้ให้แสงสว่างน้อยกว่าแบบประกายไฟ และแบบใช้ก๊าซของเวลสบาค (Welsbach) แต่มีความสะดวกกว่าเป็นอันมาก จึงเป็นที่นิยมกันแพร่หลายอย่างรวดเร็วหลังจากมีโรงไฟฟ้าเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าได้แล้ว

หลังจากนั้นก็ได้มีการค้นคว้ากันต่อไปอีกมาก จนกระทั่งในปัจจุบันนี้ที่เราเห็นกันโดยทั่ว ๆ ไปนั้นได้แก่ หลอดไฟฟ้าที่มีไส้หลอดทำด้วยทังสเตน (incandescent lamp) หลอดประกายไฟปรอท (mercury arc lamp) หลอดนีออน (neon-lamp) และหลอดฟลูออเรสเซนท์ (fluorescent lamp)

หลอดแบบมีไส้หลอดทำด้วยทังสเตนนั้นก็คือแบบที่เคยใช้ไส้ถ่านมาก่อน แต่นำมาดัดแปลงใหม่โดยสูบอากาศออกแล้วบรรจุก๊าซเฉื่อย ซึ่งได้แก่ไนโตรเจนหรืออาร์กอนลงแทน ทำให้ไส้หลอดทนความร้อนได้สูงขึ้นโดยไม่ถูกเผาไหม้กร่อนไป และให้แสงสว่างมากกว่าแบบไส้ถ่านที่เคยใช้

หลอดประกายไฟปรอททำด้วยหลอดแก้วยาว 2 ถึง 3 ฟุต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ถึง 2 นิ้วฟุต มีขั้วไฟฟ้าที่ปลายทั้งสอง สูบอากาศออกจากหลอดหมดแล้วบรรจุปรอทเพียงเล็กน้อย เวลาใช้ต้องวางหลอดให้เอียงเล็กน้อยเพื่อให้ปรอทไหลรวมกันอยู่ที่ขั้วเดียว เนื่องจากหลอดไฟแบบนี้เราสูบอากาศออกหมด ดังนั้นภายในหลอดจึงมีไอปรอทอยู่แทนที่ เมื่อเริ่มจุดหลอด ปรอทก็จะระเหยเป็นไอได้มากขึ้นไอปรอทนี้เองทำหน้าที่เป็นสื่อไฟฟ้าทำให้กระแสไหลจากขั้วหลอดปลายหนึ่งไปยังอีกปลายหนึ่งได้ พร้อมทั้งทำให้เกิดเรืองแสงให้ความสว่างเป็นแสงสีเหลืองปนเขียว ส่วนใหญ่ใช้ในการถ่ายรูป

ส่วนหลอดนีออนนั้นมีหลักเกณฑ์แบบเดียวกันกับหลอดประกายไฟปรอท นอกจาก

ใช้ก๊าซนีออนประจุแทนไอปรอท ในปัจจุบัน ยังคงเรียกหลอดนีออนอยู่แม้ว่าจะบรรจุก๊าซอื่นเจือปนลงไปด้วยเพื่อให้แสงสีต่าง ๆ กันเป็นประโยชน์ในการโฆษณา

แบบที่เราเห็นและใช้กันอยู่เป็นประจำทั่วไปในขณะนี้คือ หลอดฟลูออเรสเซนท์ ซึ่งบางครั้งยังมีผู้เรียกผิดเรียกเป็นหลอดนีออนกันอยู่ เป็นหลอดแก้วยาวฉาบด้านในไว้ด้วยสารบางชนิดที่เรืองแสงได้เมื่อส่องด้วยแสงอุลตราไวโอเล็ต ปลายทั้งสองมีขั้วไฟฟ้าเช่นเดียวกัน เมื่อเปิดสวิตช์กระแสจากขั้วไฟฟ้าผ่านไปตามก๊าซที่บรรจุอยู่ทำให้เกิดแสงสว่างอันมีอุลตราไวโอเล็ตรวมอยู่ด้วย ดังนั้นจึงมีการเรืองแสงปรากฏบนผิวหลอดด้านในด้วย หลอดแบบนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าชนิดอื่น หมายถึงสิ้นค่าใช้จ่ายน้อยแต่ให้ความสว่างมาก เหมาะอย่างยิ่งสำหรับใช้ในอาคารบ้านเรือน

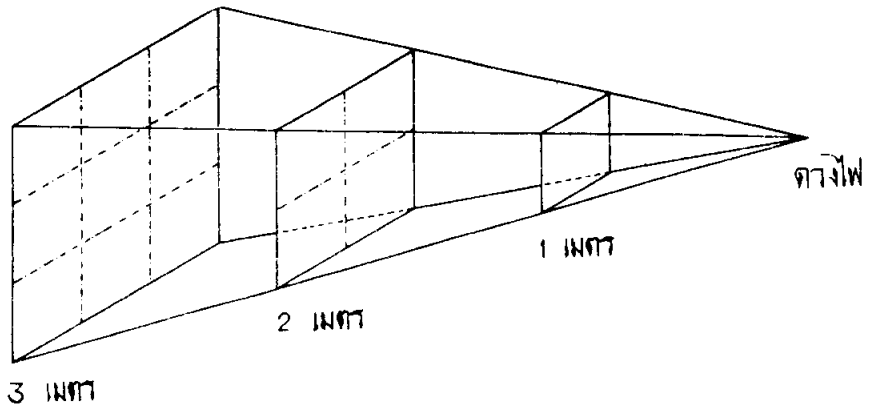
ในปัจจุบันนี้ได้มีหลอดไฟให้แสงสว่างแบบต่าง ๆ กัน แม้จะเป็นหลอดประเภทเดียวกันกับที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นอกจากนั้นก็ยังมีส่วนประกอบปรุงแต่งให้เหมาะกับการใช้งานเฉพาะอีกด้วย

22.2 ความเข้มของการส่องสว่าง

เมื่อเรามีตัวกำเนิดแสงในแบบต่าง ๆ แล้ว ก็เกิดคำถามที่ว่า ตัวกำเนิดแสงชนิดไหนให้ความสว่างมากกว่ากัน การที่จะตอบคำถามนี้ได้เราต้องทำการเปรียบเทียบโดยใช้หลักเกณฑ์อันเดียวกัน สำหรับแสงสว่างแล้วเราเทียบกับกำลังเทียนมาตรฐาน (standard candle) จากการกำหนดไว้แต่เดิมว่า 1 กำลังเทียนหรือ 1 แรงเทียนหมายถึงความสว่างจากเทียนไขปลาวาฬ ซึ่งเผาไหม้หมดเปลืองไป ชั่วโมงละ 7.776 กรัม (120 เกรน) ตัวกำเนิดแสงดวงใดส่องสว่างเป็น 5 เท่าของเทียนมาตรฐาน เราก็เรียกตัวกำเนิดแสงนั้นว่ามีกำลัง 5 แรงเทียน

นอกจากคำถามข้างต้นนั้นแล้วยังมีคำถามที่ตามมาอีก และมีความสัมพันธ์กับกำลังเทียนของตัวกำเนิดแสงด้วย นั่นคือความสว่างที่ฉายลงบนวัตถุที่เรากำลังมองดู

เราไม่ใช้ประโยชน์ของดวงไฟโดยการมองไปยังดวงไฟ แต่เราใช้ประโยชน์ของดวงไฟโดยการให้ส่องสว่างไปยังวัตถุที่เราต้องการมอง จากการทดลองเราจะพบความจริงสองประการคือวัตถุที่อยู่ใกล้ดวงไฟมีความสว่างมากกว่าวัตถุที่อยู่ห่างดวงไฟ แต่มิได้หมายความว่าวัตถุที่อยู่ห่างเป็น 2 เท่าของวัตถุชิ้นหนึ่งจะมีความสว่างเป็นครึ่งหนึ่ง แต่ความสว่างจะเป็นหนึ่งในสี่เท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ง่ายขึ้นดังแผนภาพดังนี้



การเปรียบเทียบความสว่างหรือบอกความสามารถของตัวกำเนิดแสงนั้น เราอาศัยความเข้มของการส่องสว่างบนวัตถุที่เรามองเป็นหลัก ดังนั้นเราจึงได้กำหนดหน่วยของความเข้มของการส่องสว่างไว้ว่า ความเข้มของการส่องสว่างเป็น 1 ฟุต-แคนเดิล (foot-candle) ถ้าดวงไฟมีกำลัง 1 กำลังเทียน และความสว่างวัดจากฉากที่อยู่ห่างดวงไฟ 1 ฟุต ความเข้มจะเป็น 20 ฟุต-แคนเดิล ถ้าดวงไฟมีกำลัง 20 กำลังเทียน แต่ถ้าเลื่อนฉากให้ห่างดวงไฟ 20 กำลังเทียน เป็น 2 ฟุต ความเข้มบนฉากจะลดลงเป็น 5 ฟุต-แคนเดิล ซึ่งคำนวณจากจำนวนกำลังเทียนหารด้วยกำลังสองของระยะทาง นั่นคือ $20/2^2 = 5$ ฟุต-แคนเดิล

ผู้สูงอายุต้องการแสงสว่างมากกว่าเด็ก ๆ ได้มีผู้สังเกตและรวบรวมผลจากการทดลองไว้ว่า ในงานบ้านทั่ว ๆ ไป เช่นการกวาดบ้านหรือการทำครัวต้องการ 5 ถึง 10 ฟุต-แคนเดิล สำหรับการอ่านหนังสือ-เขียนหนังสือและการเย็บปักถักร้อย ต้องการ 10 ถึง 20 ฟุต-แคนเดิล แต่ถ้าเย็บผ้าสีเข้มต้องการ 100 ฟุต-แคนเดิล ความเข้มของการส่องสว่าง 20-30 ฟุต-แคนเดิล เหมาะสำหรับงานในสำนักงานที่มีการเขียนการพิมพ์ดีดเป็นประจำ