บทที่1

ธรรมชาติของแสงและการมองเห็น

1.1 ชนิดของการกำเนิดของแสง

1.2 ธรรมชาติของแสงและพฤติกรรมของแสง

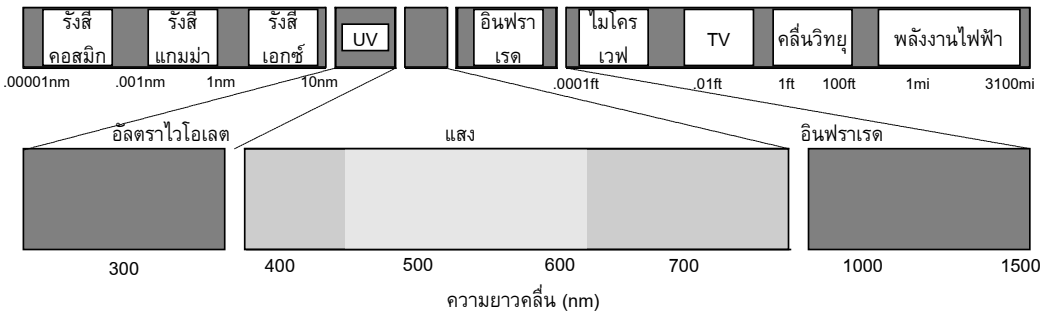
1.3 ธรรมชาติของการมองเห็น

1.4 ความสัมพันธ์ของแสงและการมองเห็น

1.5 อุณหภูมิสี

บทที่ 1
ธรรมชาติของแสงและการมองเห็น

สิ่งแวดล้อมกับมนุษย์เรามีความสัมพันธ์ต่อกันตลอดมา มนุษย์สามารถรับรู้และสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมต่างๆ รอบๆ ตัว โดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ การเห็น การได้ยิน การรับรู้กลิ่น การับรู้รส และการสัมผัส โดยมนุษย์สามารถมองเห็นสิ่งรอบๆ ตัวโดยอาศัยการมองเห็นโดยใช้อวัยวะที่เรียกว่า ตา ซึ่งองค์ประกอบของตาจะได้กล่าวภายหลัง การที่คนเราจะสามารถมองเห็นได้ต้องอาศัยแสงเข้ามาช่วยในการมองเห็นหากไม่มีแสงคนเราก็ไม่สามารถจะมองเห็นได้ เช่น ในตอนกลางคืน แสงจึงเป็นสิ่งสำคัญในการมองเห็น แสงจัดเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เช่นเดียวกับพลังงานพลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล ฯลฯ แต่แสงเป้นพลังงานที่สามารถคลื่นที่ได้ การเคลื่อนที่ของแสงจะอยู่ในรูปของคลื่น พลังงานเหล่านี้จะมีความถี่และความยาวคลื่นเฉพาะตัวต่างๆ กันออกไป รูป 1.1 เป็นรูปแสดงสเป็คตรัมทั้งหมดของพลังงาน เมื่อพิจารณาดูแล้วพบว่าแสงเป็นพลังงานเล็กๆ โดยจะมีความยาวคลื่นระหว่าง 380-780 นาโนเมตร (1 นาโนเมตร = 10^{-9} เมตร) ความยาวคลื่นแสงจะช่วยทำให้เราสามารถมองเห็นวัตถุต่างๆ ได้ สำหรับคลื่นที่มีความยาวสั้นกว่า 380 นาโนเมตร ได้แก่ รังสีอุลตราไวโอเล็ต รังสีเอ็กซ์ รังสีแกมมา และคลื่นแสงที่มีความยาวมากกว่า 780 นาโนเมตร ได้แก่ คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ พลังงานเหล่านี้จะไม่มีส่วนช่วยในการมองเห็นเหมือนพลังงานแสง แต่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น เช่น รังสีเอ็กซ์ใช้ในการทางการแพทย์ได้แก่การถ่ายภาพร่างกายของมนุษย์ให้เห็นถึงอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกายเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการตรวจและวินิจฉัยโรคได้ดีมากยิ่งขึ้น ใช้ในการสื่อสาร ได้แก่ คลื่นวิทยุและคลื่นโทรทัศน์



รูปที่ 1.1 สเป็ตรัมทั้งหมดของพลังงาน

1.1 ชนิดของการกำเนิดของแสง

แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

1. *การแผ่รังสีของวัตถุ (Thermactinic radiation)* เป็นการแผ่รังสีของแสง ทำได้โดยการใช้ความร้อนเผาวัตถุ เช่น คาร์บอน ทังสเตน จนมีความร้อนที่ความร้อนสูงมากๆ วัตถุ

จะเริ่มร้อนและเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่วัตถุมากขึ้นไปอีก จนถึงจุดๆ หนึ่ง วัตถุนั้นก็จะสามารถเปลี่ยนสีได้และเปล่งแสงออกมา เช่น การเผาแท่งเหล็กด้วยความร้อนสูงมากๆ แท่งเหล็กจะเกิดการเปลี่ยนสีจากส้มและเหลืองจ้าสว่างในที่สุด ซึ่งจะให้ทั้งพลังงานแสง รังสีอัลตราไวโอเลตและรังสิอินฟราเรดออกมาด้วย แหล่งพลังงานแสงที่เกิดขึ้นจากการเผาหรือการให้ความร้อนนี้เรียกว่า อินแคนเดสเซนต์ *(incandescence)* หรือ แหล่งกำเนิดแสงร้อน *(hot source)* เช่น ไส้หลอดไฟฟ้า ถ่านแดง แสงจากการเชื่อมโลหะ ฯลฯ คุณสมบัติของแหล่งกำเนิดแสงแบบนี้คือมันจะให้พลังงานของแสงสีแดงมากกว่าแสงสีน้ำเงิน

2. *การถ่ายเทประจุไฟฟ้าในก๊าซ (Electric gas discharge)* รวมทั้งการเปลี่ยนรูปวงจรโคจรของอิเล็กตรอน แหล่งกำเนิดแสงแบบนี้เราเรียกว่า แหล่งกำเนิดแสงเย็น *(cold source)* หรือบางทีเรียกว่า ลูมิเนสเซนต์ *(luminescence)* แสงแบบที่เกิดจากการถ่ายเทปนะจุไฟฟ้าในก๊าซซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงเคมีภายในก๊าซ นำมาสู่การนำมาใช้ในการผลิตหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ หลอดแสงจันทร์ หลอดเมทัลฮาไลด์และหลอดโซเดียม ซึ่งเราจะพิจารณาการเกิดแสงของหลอดแต่ละชนิดในบทต่อๆ ไป

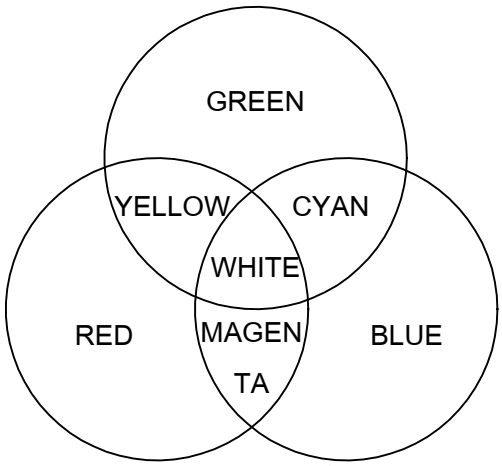
1.2 ธรรมชาติของแสงและพฤติกรรมของแสง

แสงเมื่อมีการเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านออกสู่ตัวกลางชนิดต่างๆ นับตั้งแต่อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสง วัตถุทึบ ซึ่งตัวกลางแต่ละชนิดก็มีผลต่างกันไป การเรียนรู้ในหัวข้อนี้จะใช้ประกอบในการเลือกใช้โคมไฟฟ้าที่เหมาะสม การเลือกใช้หลอดไฟฟ้า ตลอดไปจนถึงการออกแบบระบบแสงสว่าง

สีของแสงในธรรมชาติที่ตาเรามองเห็นนั้นจะประกอบด้วยแสงสีต่างๆ เรียงกัน 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ถ้าพลังงานของแถบสีเหล่านี้มีความสมดุลย์กันก็จะให้แสงสีขาวออกมาเพียงสีเดียว สำหรับวัตถุที่มองเห็นเป็นสีต่างๆ นั้นเป็นผลมาจากการที่วัตถุนั้นดูดกลืนสีอื่นไปหมดแล้วสะท้อนสีที่ตัวมันมีอยู่ออกมาเข้าสู่ดวงตา เช่น วัตถุสีแดงเมื่อถูกแสงส่องกระทบมันจะดูดกลืนแสงสีอื่นๆ หมด แล้วสะท้อนแสงสีแดงออกมาจากตัวมันเข้าสู่ตาเราทำให้เรามองเห็นเป็นสีแดง

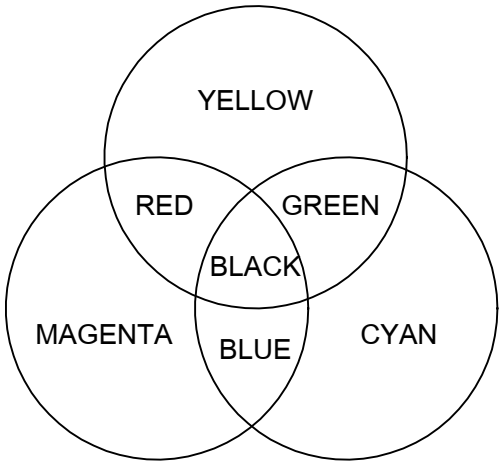
สีของวัตถุต่างๆ ที่เห็นกันอยู่ตามธรรมชาตินั้นเกิดจาการผสมสีหลักทั้ง 7 สีเข้าด้วยกัน โดยการผสมของสีนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ

1. การผสมสีปฐมภูมิแบบเพิ่มขึ้น (Additive Primaries) แสดงให้เห็นดังรูปที่ 1.2 สีปฐมภูมิ ได้แก่สีเขียว (Green) , สีแดง (Red) และสีน้ำเงิน (Blue) สีทุติยภูมิได้แก่ สีเหลือง (Yellow) เกิดจากการผสมกันของสีเขียวกับสีแดง สีคราม (Cyan) เกิดจากการผสมกันของสีเขียวกับสีแดง สีม่วงแดง (Magenta) เกิดจากการผสมกันของสีแดงกับสีน้ำเงิน และสีขาว (White) เกิดจากการรวมกันของสีปฐมภูมิทั้งสามสี



รูปที่ 1.2 การผสมสีปฐมภูมิแบบเพิ่มขึ้น (Additive Primaries)

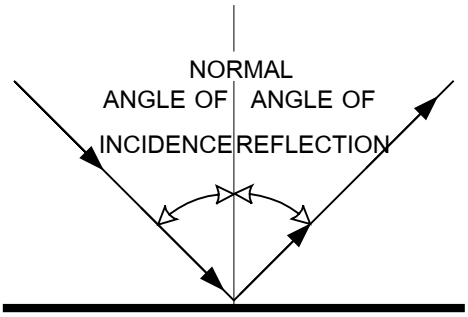
2. การผสมสีปฐมภูมิแบบลดลง (Subtrative Primaries) แสดงให้เห็นดังรูปที่ 1.3 สีปฐมภูมิได้แก่ สีเหลือง (Yellow) สีคราม (Cyan) และสีม่วงแดง (Magenta) สีทุติยภูมิได้แก่สีแดง (Red) เกิดจากการผสมกันของสีเหลืองกับสีม่วงแดง สีเขียว (Green) เกิดจากการผสมกันของสีเหลืองกับสีคราม สีน้ำเงิน (Blue) เกิดจากการผสมกันของสีสีครามกับสีม่วงแดง และสีดำ (Black) เกิดจากการผสมกันของสีปฐมภูมิทั้งสามสี



รูปที่ 1.3 การผสมสีปฐมภูมิแบบลดลง (Subtrative Primaries)

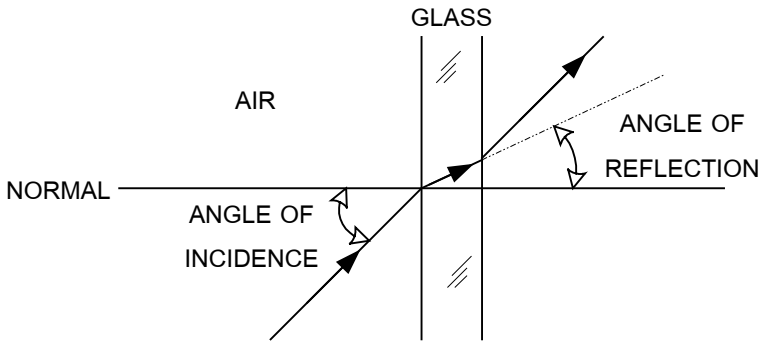
พฤติกรรมของแสงสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ***การสะท้อน (reflection)*** เป็นพฤติกรรมของแสงที่ส่องไปกระทบผิวตัวกลางลักษณะต่างๆ กันและสะท้อนตัวออก หากแสงไปตกกระทบผิวตัวกลางที่มีลักษณะผิวเรียบและมัน การสะท้อนตัวของแสงจะเป็นไปตามที่ว่า มุมตกกระทบ (angle of incidence) เท่ากับมุมสะท้อน (angle of reflection) ดังรูป 1.4



รูป 1.4 การสะท้อนแสงบนวัตถุผิวเรียบและมัน

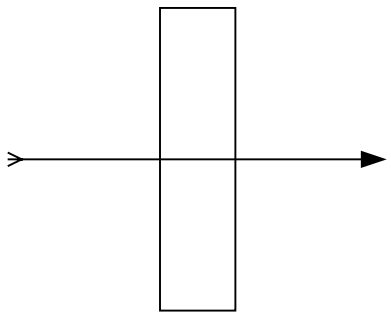
2. ***การหักเห (refraction)*** เป็นพฤติกรรมของแสงที่ผ่านตัวกลางโปร่งแสง มีผลทำให้แสงหักเหออกจากแนวทางเดินของมัน ดังรูปที่ 1.5



รูป 1.5 การหักเหของแสง

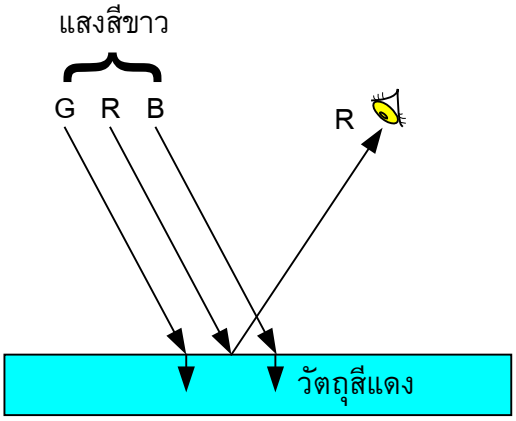
3. ***การกระจายแสง (diffusion)*** เป็นพฤติกรรมของแสงเมื่อกระทบถูกผิวของตัวกลาง เช่น แผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นผิวหยาบขัดมัน แล้วกระจายตัวออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวกลางว่าอยู่ในรูปทรงแบบใด

4. ***การทะลุผ่าน (transmission)*** เป็นพฤติกรรมของแสงที่ส่องทะลุผ่านตัวกลางไปอีกด้านหนึ่งโดยไม่มีการหักเหของแสงแต่อย่างไร ดังรูป 1.6



รูปที่ 1.6 การทะลุผ่านของแสง

5. ***<u>การดูดกลืน (absorbtion)</u>*** เป็นปรากฏการณ์ที่แสงไปกระทบตัวกลางแล้วถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลางบางส่วนในรูปของสีของแสงและจะปล่อยออกไปให้เฉพาะสีของแสงที่ไม่ต้องการ เช่น การฉายแสงสีขาวลงบนวัตถุสีแดง แสงสีอื่นๆ จะถูกดูดกลืนเข้าไปในกำแพง ยกเว้นแสงสีแดงเท่านั้นที่สะท้อนออกมาเข้าสู่ตาเรา โดยปกติแล้วหากตัวกลางดูดกลืนพลังงานแสงเข้าไปแล้ว มันจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ดังรูปที่ 1.7

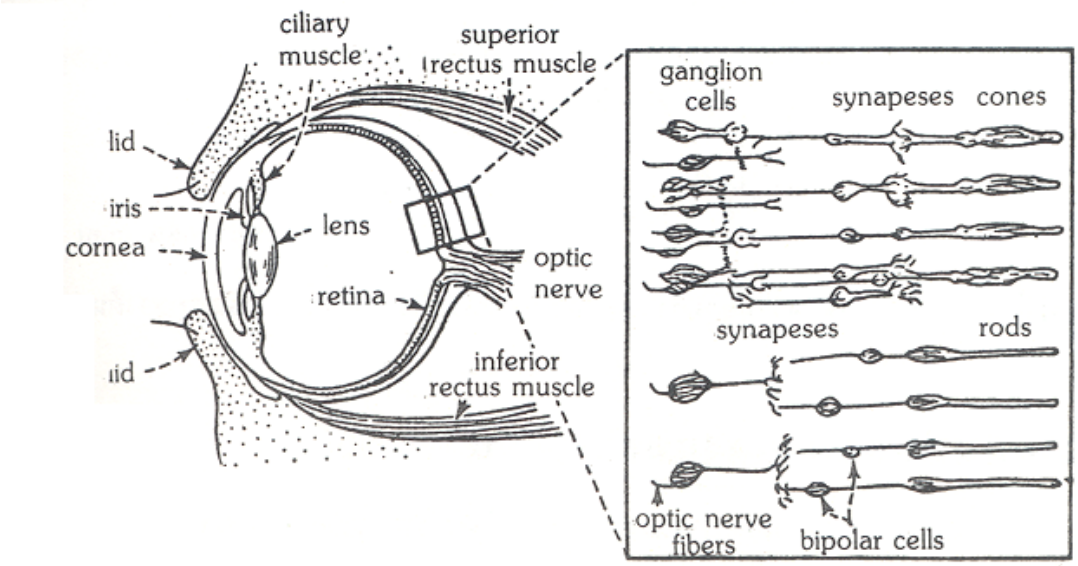


รูปที่ 1.7 การดูดกลืนของแสง

1.3 ธรรมชาติของการมองเห็น

ตาของคนเราเปรียบแล้วคล้ายกับกล้องถ่ายภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบหลายส่วนของนัยน์ตาและดวงตาในการมองเห็นภาพต่างๆ รวมกับถึงระบบการป้องกันการมองเห็น การรับแสง ตลอดไปจนถึงการป้องกันดวงตาจากอันตรายจากสิ่งรอบตัว องค์ประกอบของนัยน์ตาเราอาจแบ่งพอสังเขปได้ดังนี้

เมื่อแสงตกกระทบที่วัตถุใดๆ มันจะสะท้อนเข้าสู่กระบอกตา ผ่านแก้วตา (cornea) ม่านตา (iris) ลูกตา (lens) เรตินา ประสาทตา (retina) และสมองตามลำดับ การควบคุมปริมาณแสงจะอาศัยการทำงานของม่านตาคอยควบคุมปริมาณแสงให้เหมาะสมและปลอดภัยกับนัยน์ตา เช่น หากเรามองแสงที่มีความสว่างมาม่านตาจะปิดตัวลงมาเพื่อรับแสงที่เหมาะสม หรือ เมื่อเรามองในที่มืดสลัวม่านจะเปิดกว้างเพื่อรับแสงได้มากขึ้น นอกจากนี้แล้วนัยน์ตายังมีกล้ามเนื้อตาจะทำหน้าที่ขยายตัวและหดตัว เพื่อโฟกัสให้คลื่นแสงที่มากระทบแก้วตาและลูกตาไปตกลงบนเรตินาเพื่อให้ได้ภาพที่ชัดที่สุด บริเวณเรตินายังประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทเป็นจำนวนมาก เซลล์ประสาทตาจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ โคน (cones) และ รอดส์ (rods) โคนจะทำหน้าที่ในการแยกรายละเอียดของสิ่งต่างๆ และรับความรู้สึกทางด้านสีของสิ่งที่เรามองเห็นมองเห็นได้เป็นอย่างดี โคนจะทำหน้าที่ในตอนกลางวันทำให้การมองเห็นภาพต่างๆ ได้ดี ส่วนรอดส์นั้นช่วยในการมองเห็นภาพอย่างหยาบๆ ไม่สามารถแยกรายละเอียดและสีได้ มันจะทำหน้าที่ได้ดีในตอนกลางคืน ดังนั้นรอดส์จึงไวต่อแสงแม้เพียงเล็กน้อย รูปที่ 1.8 แสดงรายละเอียดรูปหน้าตัดของนัตน์ตาคนเรา



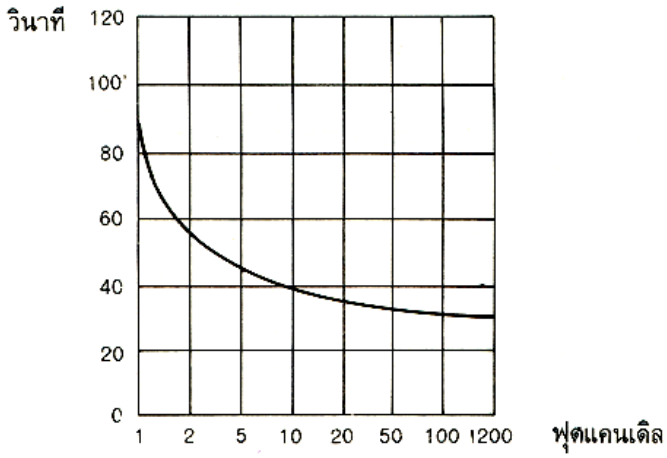
รูปที่ 1.8 แสดงรูปหน้าตัดของลูกนัยน์ตา

ด้วยความสามารถในการทำงานและตอบสนองได้ต่างกันของโคนและรอดส์ ทำให้นัตน์ตาคนเราไม่สามารถตอบสนองต่อความยาวคลื่นต่างๆ ได้เท่าเทียมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเห็นในบริเวณที่สลัวๆ หรือค่อนข้างมืด ความสามารถในการตอบสนองทางด้านสีจะเพี้ยนไป

1.4 ความสัมพันธ์ของแสงและการมองเห็น

การออกแบบระบบแสงสว่างที่ดี ได้ปริมาณแสงที่พอดีเหมาะสม ถูกต้องกับสภาพการใช้งาน จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ มากมาย ซึ่งผู้ออกแบบจำเป็นต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมากในการออกแบบระบบแสงสว่างไม่ว่าจะเป็น ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับผู้ปฏิบัติงาน ระยะห่างระหว่างพื้นที่ทำงานกับแหล่งกำเนิดแสง ขนาดของชิ้นงาน ความแตกต่างของการสะท้อนแสงของวัตถุกับสิ่งรอบๆ ข้าง ความแตกต่างของความขาว-ดำ ตลอดจึงการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน เราจะพิจารณาถึงความสัมพันธ์ต่างๆ เหล่านี้ที่มีผลต่อการมองเห็น ซึ่งมีกัน 4 อย่างคือ

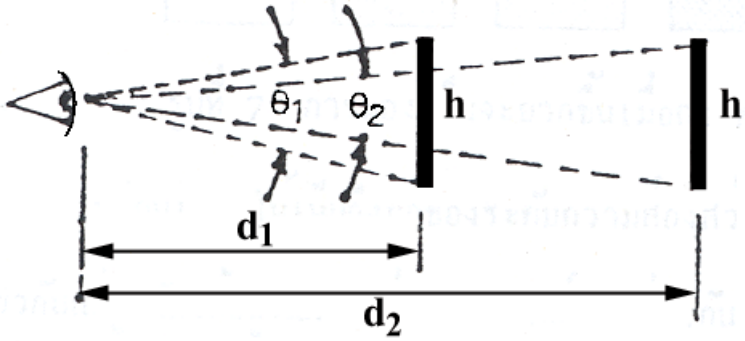
1. <u>เวลาที่ใช้ในการมอง (Exposure Time)</u> หมายถึง ช่วงเวลาที่ตาได้มีโอกาสมองเห็นวัตถุที่ต้องการจะเห็น ตาไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ทันที ตาต้องการช่วงเวลาในการปรับกล้ามเนื้อตาให้หดหรือขยายตัว หากปริมาณแสงยิ่งน้อยตาก็ยิ่งต้องการเวลาในการมองเห็นมากขึ้นเท่านั้น (อาจจะกล่าวได้ว่า เวลาในการมองเห็นแปรผกผันกับปริมาณแสง) ดังรูปที่ 1.9 หากวัตถุมีการเคลื่อนที่ด้วยแล้วในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงปัญหานี้เป็นพิเศษ เช่น ในการออกแบบสนามกีฬาที่มีการใช้งานในตอนกลางคืน เช่น สนามฟุตบอล สนามเทนนิส ฯลฯ ปริมาณแสงจะต้องมีปริมาณที่สูงเพียงพอ



รูปที่ 1.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและปริมาณแสง (หน่วยเป็น ฟุตแคนเดิล)

จะเห็นว่าเมื่อมาถึงจุดๆ หนึ่งเวลาในตาที่ต้องการมองเห็นจะเริ่มคงที่ เพราะขีดจำกัดของกล้ามเนื้อตานั่นเอง ดังนั้นปริมาณแสงนี้ก็ยังส่งผลไปถึงระบบการทำงานของคนเราด้วย กล่าวคือผู้ที่ทำงานอยู่ภายในแสงที่มีปริมาณมากเพียงพอและเหมาะสม ก็สามารถทำงานทำงานได้เร็วกว่าและถูกต้องมากกว่า หากเราเพิ่มปริมาณแสงขึ้น 6 เท่า ทำให้ลดเวลาในการมองลงได้ครึ่งหนึ่ง

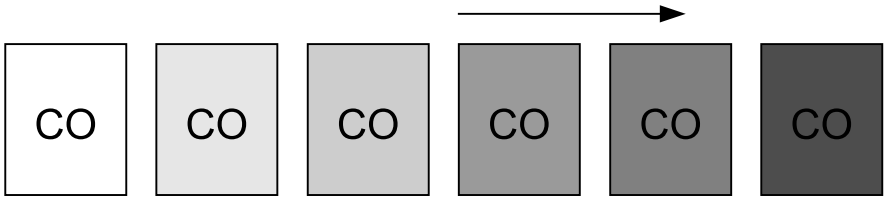
2. <u>ขนาด (Visual Size)</u> หมายถึงขนาดของวัตถุ สิ่งของ ที่เราต้องการมอง หากวัตถุใดที่มีขนาดใหญ่แล้วตาของคนเราสามารถมองเห็นได้ก่อนและชัดเจนกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็กกว่า รวมไปถึงระยะทางระหว่างตากับวัตถุที่ต้องการมองด้วย หากวัตถุ 2 ชิ้นที่มีขนาดเท่ากันหากวางไว้ในระยะที่ต่างกัน ตาคนเราจะมองเห็นวัตถุที่อยู่ใกล้ตามีขนาดใหญ่กว่าวัตถุที่อยู่ไกลตาออกไป ซึ่งเป็นผลมาจากขนาดของมุมที่นั้นวัตถุกระทำต่อตา ดังรูปที่ 1.10



รูปที่ 1.10 แสดงการมองวัตถุที่อยู่ในตำแหน่งต่างกัน

การให้ปริมาณแสงที่เหมาะสม จะทำให้ตาคนเรามีความรู้สึกว่าวัถตุนั้นมีขนาดใหญ่ขึ้นได้และมีความชัดเจนมากขึ้นด้วย ดังนั้นในงานที่ต้องอาศัยการมองวัตถุที่มีขนาดเล็กๆ จึงจำเป็นต้องอาศัยปริมาณแสงที่มากพอเป็นเงาตามตัว เช่น การอ่านหนังสือ การเขียนแบบ งานด้าน อิเล็กทรอนิกส์ งานเจียระไนอัญมณี ฯลฯ

3. <u>คอนทราสต์ (Contract)</u> หมายถึงความแตกต่างในความสว่างระหว่างวัตถุชิ้นงานของตากับฉากหลังหรือสิ่งที่อยู่รอบๆ ภาพที่ตามองเห็น ถ้าค่าคอนทราสต์มีค่าสูงการมองเห็นจะมีประสิทธิภาพดีขึ้นและเห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น การมองตัวอักษรสีดำบนพื้นขาวจะทำให้สามารถอ่านได้ง่ายกว่าการมองตัวหนังสือสีดำพื้นสีเทา แต่หากค่าคอนทราสต์มีค่าต่ำก็จะทำให้การมองเห็นยากลำบากมากยิ่งขึ้น เช่น การปักด้ายสีดำบนผ้าสีดำ การมองเห็นจะยากลำบากขึ้นและต้องใช้เวลาในการมองมากขึ้น ซึ่งทางแก้คือต้องเพิ่มปริมาณแสงให้มากขึ้นกว่าเดิม รูปที่ 1.11 แสดงความแตกต่างระหว่างความดำ-ขาว (คอนทราสต์) เมื่อคอนทราสต์ลดลง การมองเห็นก็จะยากลำบากขึ้น



รูปที่ 1.11 แสดงความแตกต่างระหว่างความดำ-ขาว (คอนทราสต์)

4. <u>ความสว่าง (Luminance or Brightness)</u> หมายถึง ความสว่างของวัตถุที่สามารถสะท้อนแสงเข้าสู่ดวงตาซึ่งจะทำให้การมองเห็นดีขึ้น การมองเห็นเกิดจากการกระตุ้นของแสงที่เข้าสู่ดวงตา ซึ่งเป็นกลุ่มของรังสีย่อยๆ ที่มาบรรจบกันเข้าหากันที่ตา ซึ่งจะมาประกอบรวมกันเป็นภาพรวมปรากฏต่อดวงตา รังสีเหล่านี้จะแตกต่างกันในความเข้มและความถี่หรือสี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนของวัตถุที่สะท้อนออกมา ความเข้มของแสงจะเป็นตัวบ่งชี้ความสว่างของวัตถุ ถ้าพื้นผิวของวัตถุมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงสม่ำเสมอและแสงที่มาจากแหล่งกำเนิดมีค่าส่องสว่างสม่ำเสมอด้วยแล้วรังสีย่อยที่สะท้อนเข้าสู่ตาจะมีความเข้มเท่ากัน เราจึงมองเห็นวัตถุมีความสว่างเท่ากันตลอด ความสามารถในการมองเห็นจะดีขึ้นเมื่อวัตถุมีความสว่างมากขึ้น ผู้ออกแบบจะต้องรักษาความสว่างให้มีค่าสม่ำเสมอและเหมาะสม

นอกจากองค์ประกอบต่างๆ นี้แล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ อีกมากซึ่งมีความสัมพันธ์กับการมองเห็น ซึ่งต้องนำมาร่วมพิจารณาในการออกแบบแสงสว่าง เช่น อายุของผู้ปฏิบัติงานภายใต้แสงสว่าง หากผู้ปฏิบัติงานมีอายุมากดวงตาก็ย่อมมีประสิทธิภาพลดน้อยลงกว่าเมื่อตอนที่ยังเป็นหนุ่ม ซึ่งผู้สูงอายุจะต้องการแสงสว่างที่มากกว่าปกติ

1.5 อุณหภูมิสี

อุณหภูมิสีเป็นค่าอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน (Kelvin) ซึ่งจะบอกให้เรารู้ว่าสีของแหล่งกำเนิดแสงหนึ่งๆ เป็นอย่างไร โดยการเปรียบเทียบกับสีของวัตถุดำที่อุณหภูมิเดียวกัน คือ เรารู้ว่าสีของวัตถุดำจะเป็นสีดำที่อุณหภูมิห้อง เป็นสีแดงที่อุณหภูมิ 800 เคลวิน เป็นสีเหลืองที่อุณหภูมิ 3000 เคลวิน เป็นสีขาวที่อุณหภูมิ 5000 เคลวิน และเป้นสีฟ้าที่อุณหภูมิ 8000 เคลวิน เป็นต้น เราจึงใช้ค่าอุณหภูมิสีเหล่านี้เป็นตัวบอกชี้สีของแหล่งกำเนิดแสงใดๆ เช่น ขดลวดทังสเตนมีค่าอุณหภูมิสีอยู่ระหว่าง 2600 ถึง 3000 เคลวิน เพราะมันให้แสงออกมาเป็นสีเหลืองจ้าเมื่อถูกความร้อน นอกจากนั้นอุณหภูมิสียังสามารถกำหนดชื่อตามอุณหภูมิสีได้เป็น วอร์มไลท์ คือ แบบวอร์ม (warm) สีเปล่งออกมาเป็นสีแดง-ส้ม อุณหภูมิสีต่ำกว่า 3200 เคลวิน และ แบบคูล (cool) สีเปล่งออกมาเป็นสีน้ำเงิน-ขาว อุณหภูมิสีสูงกว่า 3900 เคลวิน และยังสามารถแบ่งให้ละเอียดออกไปอีกหลายแบบแต่ก็ยังอาศัยทั้งแบบวอร์มและคูลเป็นหลัก

แบบฝึกหัดบทที่ 1

1. แสงที่ตามองเห็นอยู่ในช่วงความยาวคลื่นเท่าไร
2. ชนิดของการกำเนิดแสงมีกี่แบบ อะไรบ้าง
3. การผสมสีแบ่งเป็นกี่รูปแบบ อะไรบ้าง
4. พฤติกรรมของแสงมีกี่แบบ อะไรบ้าง
5. พฤติกรรมใดของแสงที่ทำให้เราสามารถมองวัตถุเป็นสีต่างๆ ตามสีของวัตถุจริง
6. เซลล์ประสาทตาใดที่ใช้งานในเวลากลางคืน
7. ความสัมพันธ์ของแลงและการมองเห็นมีกี่แบบ อะไรบ้าง