

บทที่ 1

ธรรมชาติของแสงและการมองเห็น

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

แสง - ตา และการมองเห็น

แสงเป็นพลังงานที่ทำให้เกิดการมองเห็น ในทางฟิสิกส์ถือว่าแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว ประมาณ 300,000 กม./วินาที มีคุณสมบัติในการกระจายพลังงานออกมาที่ความยาวคลื่นต่างๆ กัน แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ ที่รู้จักกันดีคือดวงอาทิตย์ซึ่งให้พลังงานออกมาที่ความยาวคลื่นต่างๆ กว้างมากตั้งแต่รังสีคอสมิกจนถึงคลื่นวิทยุ ดังรูป

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

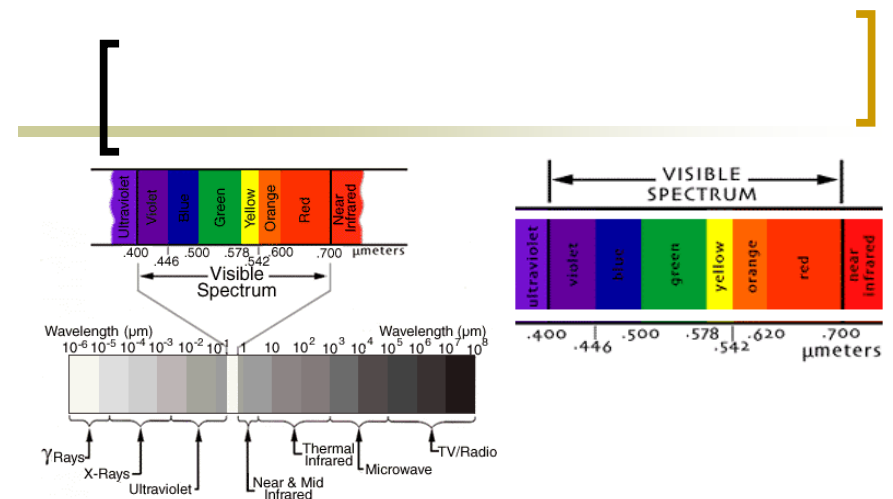


รูปที่ 1.1 สเปกตรัมทั้งหมดของพลังงาน

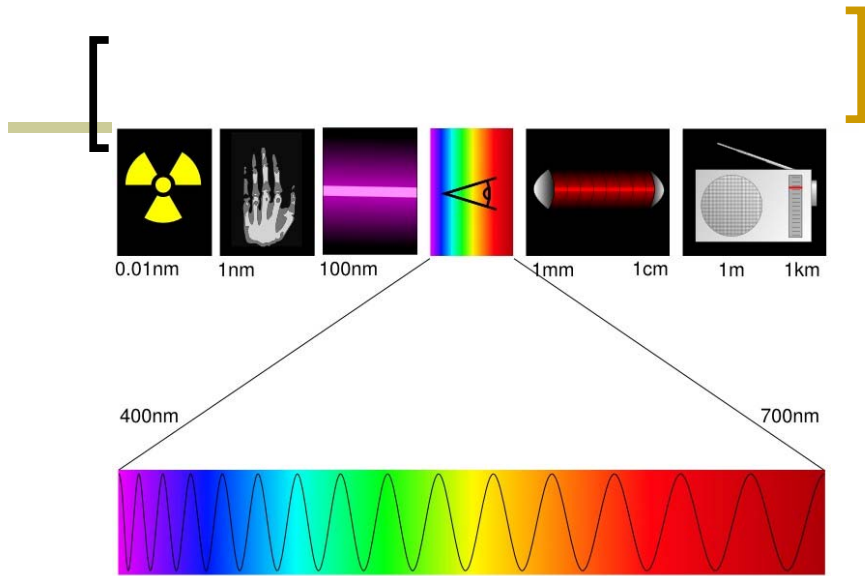
แต่แถบพลังงานที่มีอิทธิพลต่อตาคนเราและทำให้เกิดการมองเห็นเป็นเพียงช่วงแคบๆ ระหว่าง 380 – 780 นาโนเมตร เราเรียกช่วงของการกระจายนี้ว่า

Visible spectrum

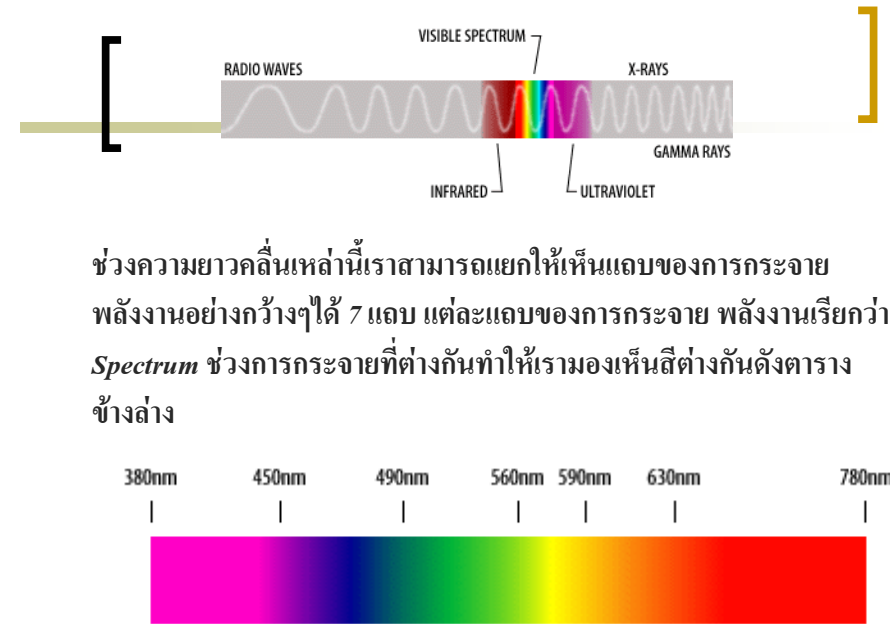
ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

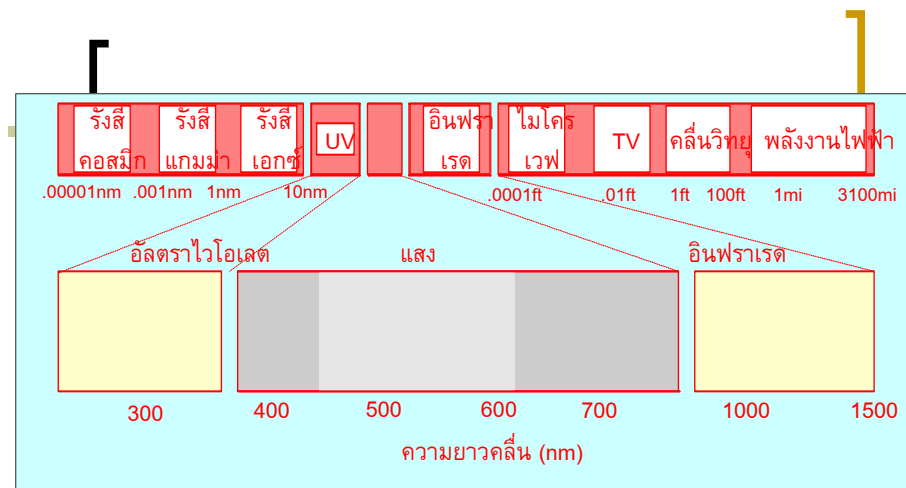


ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



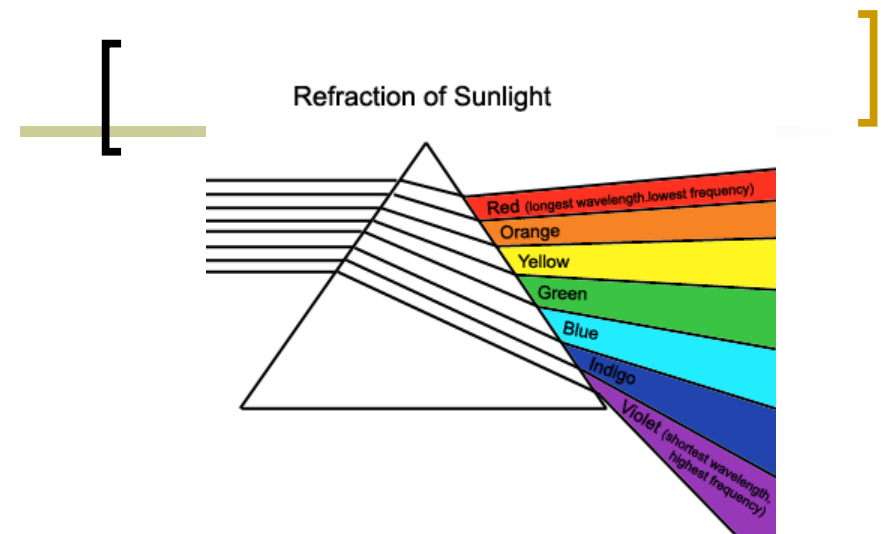
ช่วงความยาวคลื่นเหล่านี้เราสามารถแยกให้เห็นแถบของการกระจายพลังงานอย่างกว้างๆได้ 7 แถบ แต่ละแถบของการกระจายพลังงานเรียกว่า *Spectrum* ช่วงการกระจายที่ต่างกันทำให้เรามองเห็นสีต่างกัันดังตารางข้างล่าง

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



รูปที่ 1.1 สเปกตรัมทั้งหมดของพลังงาน

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

1.1 ชนิดของการกำเนิดแสง

ชนิดของการกำเนิดแสงแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การแผ่รังสีของวัตถุ (Thermatinic radiation)

โดยการเพิ่มอุณหภูมิให้กับวัตถุ

เรียกว่า แหล่งกำเนิดแสงร้อน (hot source) หรือ อินแคนเดสเซนซ์ (incandescent) เช่น หลอดไส้ การเผาถ่าน

2. การถ่ายเทพริจจุไฟฟ้าในก๊าซ (Electric gas discharge)

เรียกว่า แหล่งกำเนิดแสงเย็น (cold source) หรือ ลูมิเนสเซนซ์

(luminescent) เช่น หลอดฟลูออเรสเซนซ์

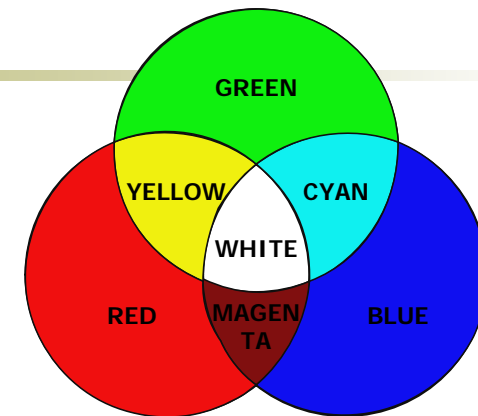
ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

1.2 ธรรมชาติและพฤติกรรมของแสง

สีตามธรรมชาติเกิดจากการผสมของสี 2 รูปแบบ

➔ การผสมของสีปฐมภูมิแบบเพิ่มขึ้น (Additive Primaries)

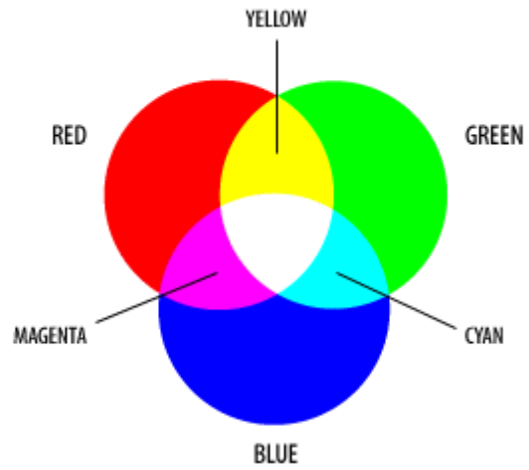
➔ การผสมของสีปฐมภูมิแบบลดลง (Subtractive Primaries)



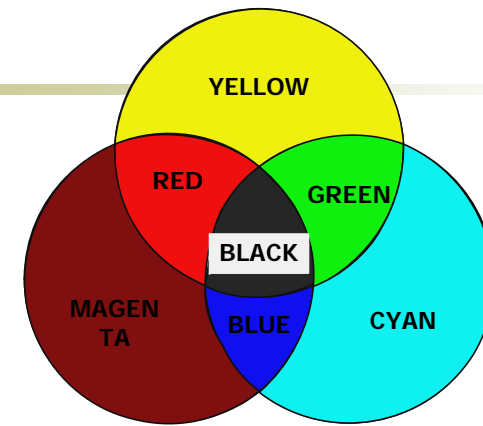
รูปที่ 1.2 การผสมของสีปฐมภูมิแบบเพิ่มขึ้น

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

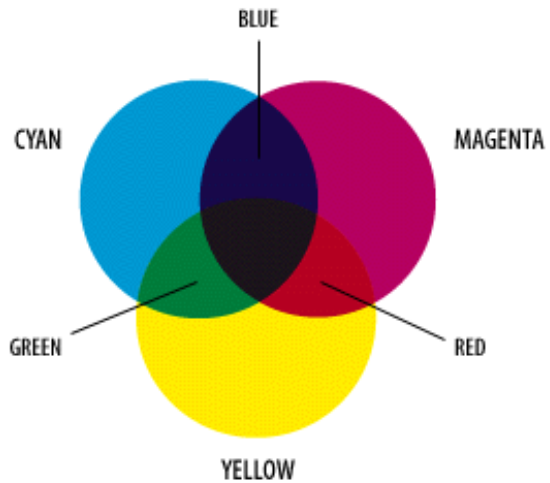


ราชมณฑลล้านนา เชียงใหม่



รูปที่ 1.3 การผสมของสีปฐมภูมิแบบลดลง

ราชมณฑลล้านนา เชียงใหม่



ราชมณฑลล้านนา เชียงใหม่

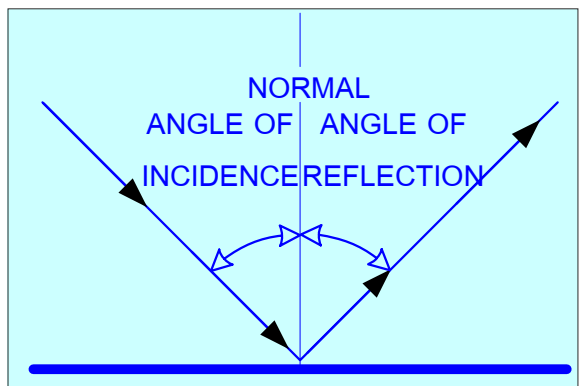
พฤติกรรมของแสง

- การสะท้อน (reflection)
- การหักเห (refraction)
- การกระจายแสง (diffusion)
- การทะลุผ่าน (transmission)
- การดูดกลืน (absorbtion)



ราชมณฑลล้านนา เชียงใหม่

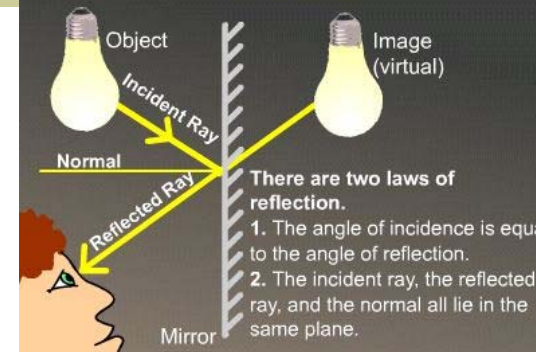
1. การสะท้อน (reflection)



รูปที่ 1.4 การสะท้อนแสงบนวัตถุผิวเรียบและมัน

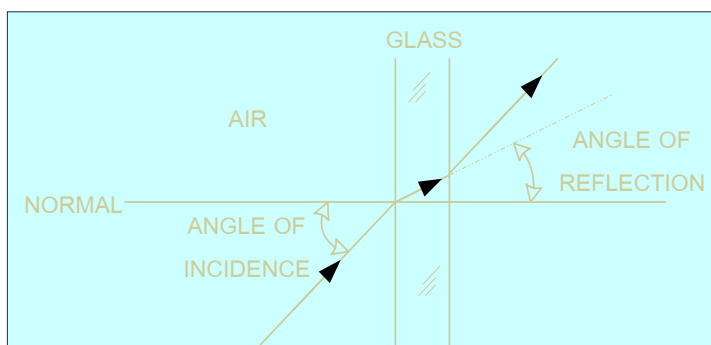
ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

Reflection



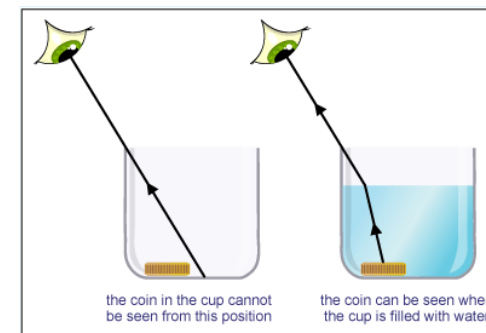
ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

2. การหักเห (refraction)



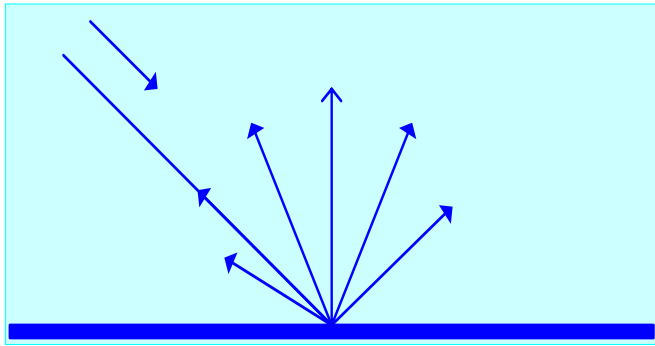
รูปที่ 1.5 การหักเหของแสง

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

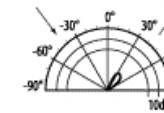
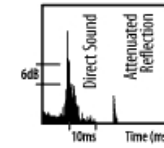
3. การกระจายแสง (diffusion)



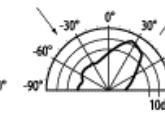
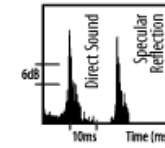
รูปที่ 1.6 การกระจายแสง

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

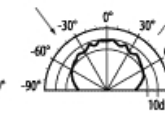
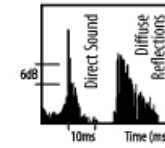
ABSORPTION



REFLECTION

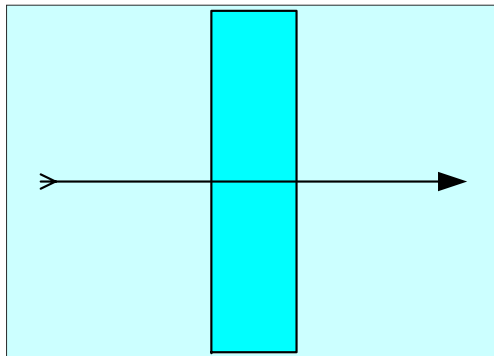


DIFFUSION



ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

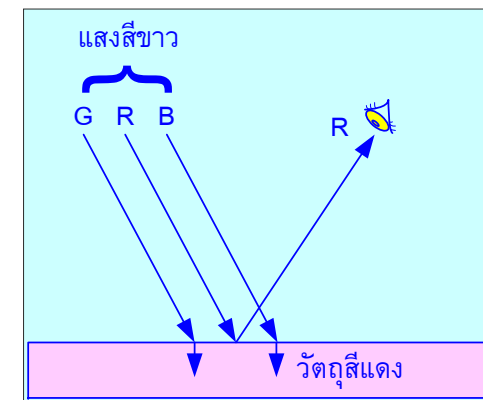
4. การทะลุผ่าน (transmission)



รูปที่ 1.7 การทะลุผ่าน

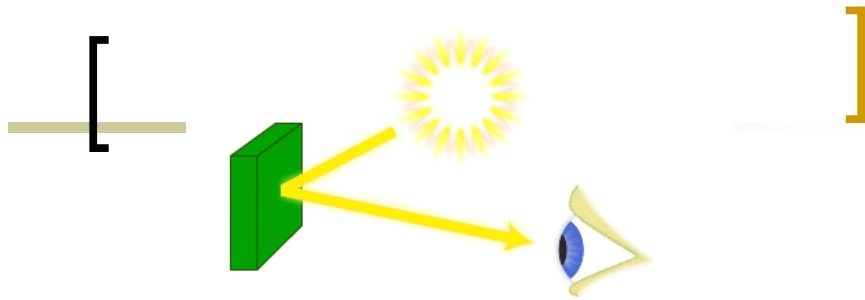
ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

5. การดูดกลืน (absorption)



รูปที่ 1.8 การดูดกลืน

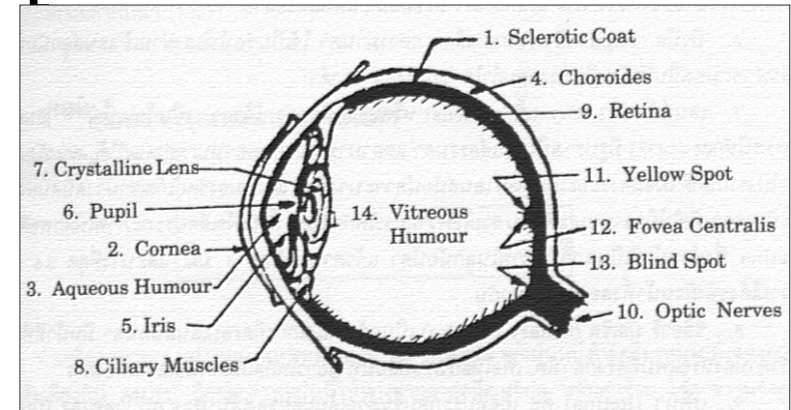
ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ เป็นพฤติกรรมของแสงที่ทำให้ตาเราสามารถมองเห็นวัตถุเป็นสีได้



การหักเหแบบเลือกเป็นผลของสีวัตถุที่แยกอนุภาคของแสงที่ส่องสว่างวัตถุนั้น ส่วนหนึ่งของรังสีจะถูกหักเหไว้ แล้วสะท้อน ส่วนที่เหลือออกไป เช่นวัตถุที่มีสีเขียวเมื่อถูกส่องด้วยแสงแดด วัตถุนั้นจะถูกสีพลังงานในช่วงอื่นไว้ยกเว้นสีเขียว และสะท้อน แสงสีเขียวเข้าตาเรา จึงมองเห็นวัตถุนั้นเป็นสีเขียวเป็นต้น

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

1.3 ธรรมชาติของการมองเห็น



รูปที่ 1.9 ส่วนประกอบของลูกนัยน์ตา

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



เมื่อแสงตกกระทบที่วัตถุใดๆ มันจะสะท้อนเข้าสู่กระจกตา ผ่านแก้วตา (cornea) ม่านตา (iris) ลูกตา (lens) เรตินา ประสาทตา (retina) และสมองตามลำดับ การควบคุมปริมาณแสงจะอาศัยการทำงานของม่านตาคอยควบคุมปริมาณแสงให้เหมาะสมและปลอดภัยกับนัยน์ตา เช่น หากเรามองแสงที่มีความสว่างมาม่านตาจะปิดตัวลงมาเพื่อรับแสงที่เหมาะสม หรือ เมื่อเรามองในที่มืดแล้วม่านตาจะเปิดกว้างเพื่อรับแสงได้มากขึ้น นอกจากนี้แล้วนัยน์ต่ายังมีกล้ามเนื้อจะทำหน้าที่ขยายตัวและหดตัว เพื่อโฟกัสให้คลื่นแสงที่มากกระทบแก้วตาและลูกตาไปตกลงบนเรตินาเพื่อให้ได้ภาพที่ชัดที่สุด

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

ส่วนประกอบของนัยน์ตา

1. สเคลอโรติก โค้ต(Sclerotic Coat) เป็นเนื้อแข็งเหนียว สีขาวทึบ ส่วนหน้าของสเคลอโรติก โค้ตที่เห็นได้ คือตาขาวนั่นเอง
2. คอร์เนีย (Cornea) เป็นส่วนหน้าของ Sclerotic Coat
3. แอกวัสฮูเมอร์(Aqueous Humour) เป็นของเหลวใสมันบรรจุอยู่ระหว่างคอร์เนียกับเลนส์ลูกนัยน์ตา เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้นัยน์ตามองเห็นได้กว้างมาก
4. คอรอยด์ (Choroides) คือเปลือกชั้นที่สองต่อจาก Sclerotic Coat มีสีน้ำตาลแก่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แสงเข้าไปภายในทางด้านข้างของลูกนัยน์ตา และป้องกันไม่ให้เกิดการสะท้อนแสงภายในลูกนัยน์ตาได้

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

5. ไอริส (Iris) ทำหน้าที่เป็นม่านตาสำหรับเปิดช่องกลมตรงกลางให้ใหญ่หรือเล็ก เพื่อช่วยให้แสงผ่านเข้าสู่ลูกนัยน์ตาได้พอเหมาะ

6. ปิวปีล (Pupil) เป็นช่องกลมเล็ก ๆ กลางม่านตา ใช้เป็นช่องให้แสงผ่านเข้าสู่เลนส์ลูกนัยน์ตา

7. เลนส์นัยน์ตา (Crystalline) หรือ แก้วตา เลนส์นัยน์ตาจะสามารถป่องออกเพื่อปรับความยาวโฟกัสให้ระยะภาพให้ตกพอดีบน Retina ได้

8. ซิลิอารี มัสเซล (Ciliary muscles) เป็นกล้ามเนื้อเกาะยึดรอบเลนส์ของนัยน์ตา มีหน้าที่ทำให้แก้วตาป่องหรือแฟบที่ตรงกลาง เพื่อเปลี่ยนทางยาวโฟกัสเล็กน้อยตามต้องการได้

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

9. เรตินา (Retina) มีลักษณะ เป็นเยื่อสีดำ ผิวภายในเต็มไปด้วยปลายประสาทประกอบด้วย Rods ซึ่งมีความไวต่อแสง และ Cones หากนัยน์ตาไม่มี Cones เลย ตาก็จะบอดสีทั้งหมด

10. ออปติค เนอร์ฟ (Optic nerves) คือมัดฝอยเส้นประสาทของ Retina ที่รวมกันโยงไปถึงสมอง

11. เยลโลว์ สปีด (Yellow spot) เป็นหย่อมที่ไวต่อแสงที่สุดของ Retina อยู่ตรงข้ามกับเลนส์นัยน์ตา เวลามองดูวัตถุเราต้องกลอกลูกนัยน์ตา เพื่อให้ภาพของวัตถุนั้นปรากฏบน Yellow spot จึงจะเห็นได้ชัดเจนที่สุด

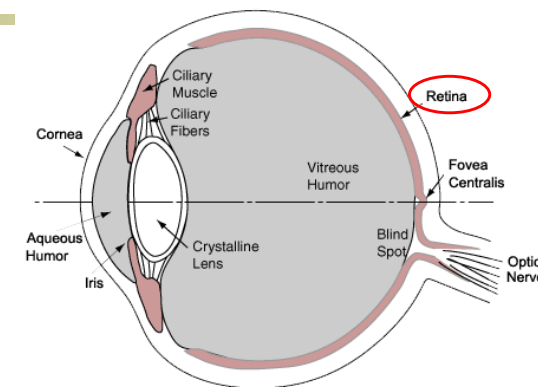
ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

12. โฟวีอา เซนตราลิส (Fovea centralis) เป็นส่วนนูนเล็ก ๆ กลางหย่อมสีเหลืองที่มีไวต่อแสงมากที่สุดของ Yellow spot หากต้องการดูวัตถุให้เห็นรายละเอียดส่วนใดอย่างชัดเจน ต้องเพ่งมองให้แสงจากส่วนนั้นของวัตถุตกบน Fovea centralis

13. ไบลนด์ สปีด (Blind spot) เป็นจุดยอดอยู่บนกึ่งกลางขั้วมัดประสาท ที่โยงไปสู่สมอง ซึ่งเป็นจุดบอดแสง ถ้าแสงจากวัตถุตกมาบนจุดนี้แล้ว จะมองไม่เห็นวัตถุนั้น

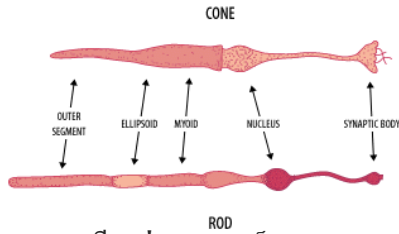
14. วิตริอัส ฮูเมอร์ (Vitreous Humour) เป็นของเหลวใส เหมือนวุ้น บรรจุอยู่เต็มโพรงที่ว่างภายในลูกนัยน์ตา ระหว่างเลนส์กับ Yellow spot ช่วยทำให้ลูกนัยน์ตารักษารูปทรงอยู่ได้

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



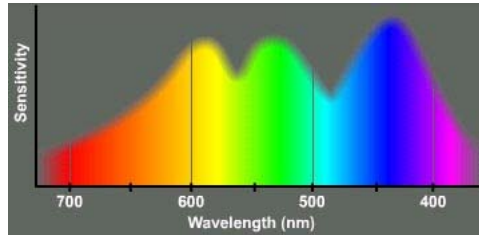
ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

Retina เป็นส่วนของเซลล์รับแสง ประกอบด้วยเซลล์ไวแสง 2 ชนิดคือ Cones กับ Rods



Cones เซลล์รับแสงที่มีลักษณะเป็นแท่งชูๆ รวมกันอยู่อย่างหนาแน่นบริเวณรอบๆ Fovea มีจำนวน 6-7 ล้านอันแบ่งเป็น 3 กลุ่มมีความไวต่อแสงสีต่างกันคือไวต่อแสงสีแดง, เขียวและน้ำเงิน

Cones จะมีผลต่อการมองเห็นแบบ daylight เท่านั้นซึ่งจะเริ่มทำงานเมื่อได้รับแสงประมาณ 1 fl. (foot-Lambert) ขึ้นไป การมองเห็นสีต่างๆ ขึ้นอยู่กับการทำงานของ Cones ถ้า Cones ทั้ง 3 กลุ่มทำงานพร้อมกันเท่าๆ กันจะมองเห็นเป็นแสงสีขาวหรือไม่มีสี ถ้า Cones ตัวใดตัวหนึ่งเสียไปจะทำให้เกิดตาบอดสี



Cones จะทำงานเวลากลางวัน

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

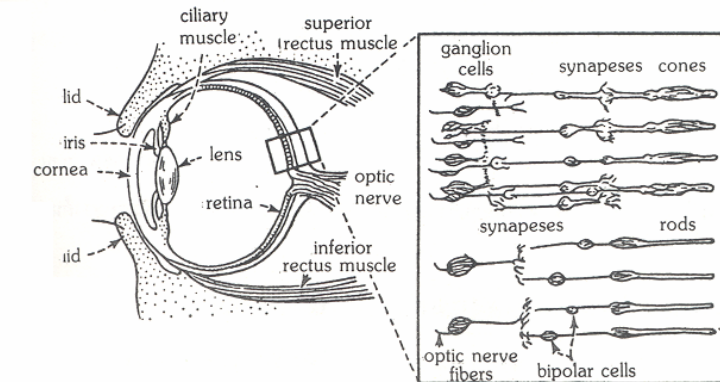
Rods เซลล์รับแสงที่มีลักษณะเป็นแท่งยาวๆ ไวแสงมาก กระจายอยู่บริเวณรอบนอก Fovea มีจำนวนประมาณ 100 ล้านอัน rods จำนวนหลายพันตัวถูกต่ออยู่กับเส้นประสาท 1 เส้นจึงทำให้ความคมชัดของการมองเห็นต่ำมาก จะไม่ปรากฏสีต่างๆ ในระบบของ rods จะเห็นเป็นเพียงขาว-ดำเท่านั้น rods จะทำงานเมื่อได้รับแสงสว่างน้อยๆ คือระหว่าง $10^{-6} - 1 \text{ fl.}$ การกระจายตัวของเซลล์รับแสงบนเรตินาแสดงดังรูป

Rods จะทำงานเวลากลางคืน

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

โคนจะทำหน้าที่ในการแยกรายละเอียดของสิ่งต่างๆ และรับความรู้สึกทางด้านสีของสิ่งที่เรามองเห็นมองเห็นได้เป็นอย่างดี โคนจะทำหน้าที่ในตอนกลางวันทำให้การมองเห็นภาพต่างๆ ได้ดี

รอดส์นั้นช่วยในการมองเห็นภาพอย่างหยาบๆ ไม่สามารถแยกรายละเอียดและสีได้ มันจะทำหน้าที่ได้ดีในตอนกลางคืน ดังนั้นรอดส์จึงไวต่อแสงแม้เพียงเล็กน้อย



ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

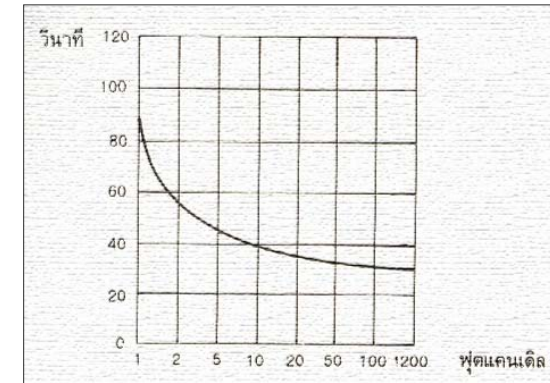
1.4 ความสัมพันธ์ของแสงและการมองเห็น

- เวลาที่ใช้ในการมอง (Exposure Time)
- ขนาด (Visual Size)
- คอนทราสต์ (Contract)
- ความสว่าง (Luminance or Brightness)

มี 4 อย่าง

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

1. เวลาที่ใช้ในการมอง (Exposure Time)



รูปที่ 1.10 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณแสง

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

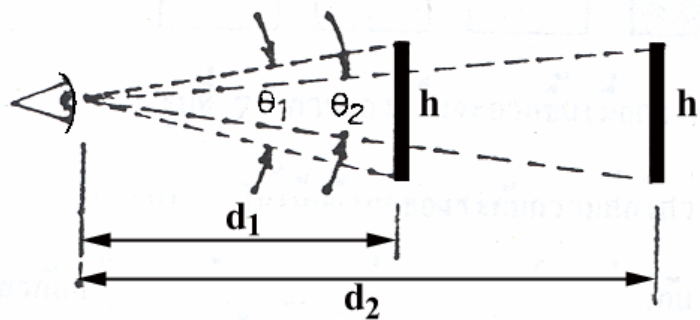


ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

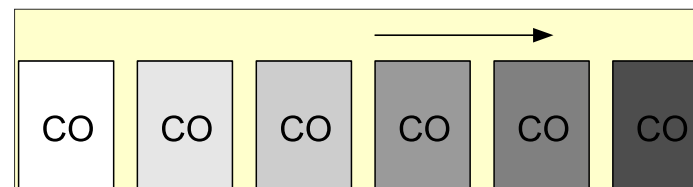
2. ขนาด (Visual Size)



รูปที่ 1.11 แสดงการมองวัตถุที่อยู่ในตำแหน่งต่างกัน

ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

3. คอนทราสต์ (Contract)



รูปที่ 1.12 แสดงความแตกต่างระหว่างความดำ - ขาว(คอนทราสต์)

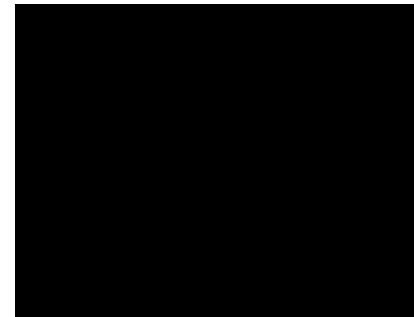
ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



ราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

4. ความสว่าง(Luminance or Brightness)

คือความสว่างของวัตถุที่สามารถสะท้อนแสงเข้าสู่ดวงตา ซึ่งจะทำให้การมองเห็นดีขึ้น ความสว่าง (*Luminance*) ขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นผิวใดๆ แล้วสะท้อนเข้าสู่ตาเราในปริมาณที่เหมาะสม



ราชมณฑลล้านนา เชียงใหม่



ราชมณฑลล้านนา เชียงใหม่

ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการมองเห็น



ราชมณฑลล้านนา เชียงใหม่

1.5 อุณหภูมิสี

เป็นค่าอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน (Kelvin) ซึ่งจะบอกให้เราทราบว่าสีของแหล่งกำเนิดแสง หนึ่งๆ เป็นอย่างไร โดยการเปรียบเทียบกับสีของวัตถุดำที่อุณหภูมิเดียวกัน

คือ เรารู้ว่าสีของวัตถุดำจะเป็นสีดำที่อุณหภูมิห้อง เป็นสีแดงที่อุณหภูมิ 800 เคลวิน เป็นสี เหลืองที่อุณหภูมิ 3000 เคลวิน เป็นสีขาวที่อุณหภูมิ 5000 เคลวิน และเป็นสีฟ้าที่อุณหภูมิ 8000 เคลวิน เป็นต้น เราจึงใช้ค่าอุณหภูมิสีเหล่านี้เป็นตัวบอกสีของแหล่งกำเนิดแสงใดๆ เช่น ขดลวดทั้งสแตมมีค่าอุณหภูมิสีอยู่ระหว่าง 2600 ถึง 3000 เคลวิน เพราะมันให้แสง ออกมาเป็นสีเหลืองจ้าเมื่อถูกความร้อน นอกจากนั้นอุณหภูมิสียังสามารถกำหนดชื่อตาม อุณหภูมิสีได้เป็น วอร์มไลท์ คือ แบบวอร์ม (warm) สีเปล่งออกมาเป็นสีแดง-ส้ม อุณหภูมิ สีต่ำกว่า 3200 เคลวิน และ แบบคูล (cool) สีเปล่งออกมาเป็นสีน้ำเงิน-ขาว อุณหภูมิสีสูง กว่า 3900 เคลวิน และยังสามารถแบ่งให้ละเอียดออกไปอีกหลายแบบแต่ก็ยังอาศัยทั้งแบบ

วอร์มและคูลเป็นหลัก
ราชมณฑลล้านนา เชียงใหม่