



เรื่องที่ 3 ทศนุปรณ์และการมองเห็น

ทศนุปรณ์ : เป็นเครื่องมือที่ช่วยขยายขอบเขตของการมองเห็นให้สามารถเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น โดยมีการใช้ประโยชน์แตกต่างกันไป



ใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง ทศนุปรณ์และการมองเห็น

ทศนุปรณ์ : เป็นเครื่องมือที่ช่วยขยายขอบเขตของการมองเห็นให้สามารถเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น โดยมีการใช้ประโยชน์แตกต่างกันไป

1. ทศนุปรณ์

1.1 แว่นขยาย : ใช้เลนส์นูนเพียงอันเดียว วางวัตถุที่สนใจไว้ใกล้กว่าระยะโฟกัสของเลนส์ จะได้**ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดใหญ่มากกว่าวัตถุ** (คนปกติจะมองภาพที่ชัดที่ 25 เซนติเมตร ดังนั้น ถ้ามีการคำนวณให้ระยะภาพ $s' = 25 \text{ cm}$)



1.2 กล้องถ่ายรูป : ใช้เลนส์นูนตั้งแต่ 1 ขึ้นขึ้นไป วัตถุที่สนใจจะอยู่ที่ตำแหน่งไกลกว่า $2f$ เพื่อให้ได้**ภาพจริงขนาดย่อ** และ ใช้แผ่นฟิล์มหรือเซนเซอร์ของกล้องเป็นฉากรับแสง

- ชัตเตอร์ของกล้องถ่ายรูป ทำหน้าที่เปิด-ปิด ให้แสงเข้ากล้องเวลาที่ต้องการ
- ไดอะแฟรม เป็นช่องกลมที่สามารถขยายหรือลดขนาดได้ เป็นตัวกำหนดให้แสงเข้าได้มากหรือน้อย ทำหน้าที่ คล้ายม่านตาของมนุษย์
- การปรับความคมชัดของภาพใช้การเลื่อนเลนส์เข้าและออก เพื่อเปลี่ยนระยะภาพ (s) ต่างจากตาของมนุษย์ที่ใช้การเปลี่ยนความโค้งของเลนส์ตาเพื่อเปลี่ยนความยาวโฟกัส ในการปรับความคมชัดของภาพ



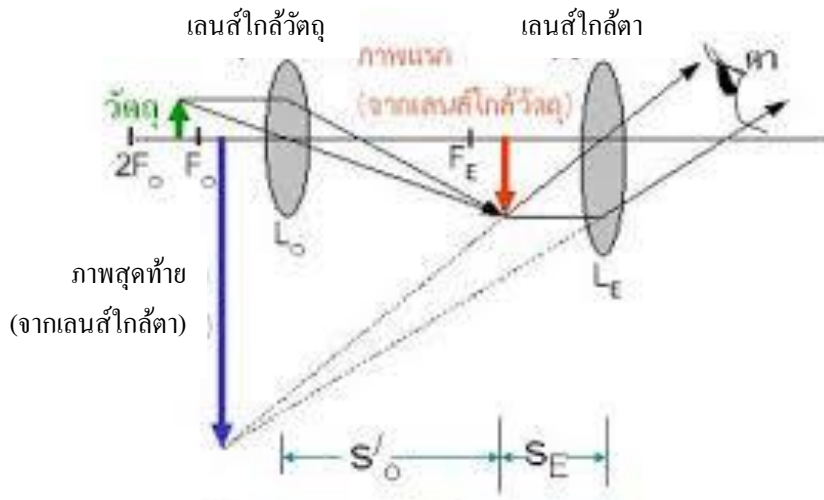
1.3 กล้องจุลทรรศน์ : ใช้ในการส่องดูวัตถุที่มีขนาดเล็กให้ภาพขยายใหญ่ขึ้นประกอบจากเลนส์นูน 2 ชั้น คือ

- 1.1 เลนส์ใกล้วัตถุ : มี f สั้นมาก ทำหน้าที่รับแสงจากวัตถุ แล้วทำให้ **เกิดภาพจริงหัวกลับขนาดขยาย**
- 1.2 เลนส์ใกล้ตา : มี f สั้น ใช้ภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุมาเป็นวัตถุแทน จะได้ **ภาพเสมือนหัวกลับ ขนาดขยาย**

1.3 กำลังขยายรวมของกล้องจุลทรรศน์ : เท่ากับกำลังขยายของเลนส์ใกล้ตาคูณกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ

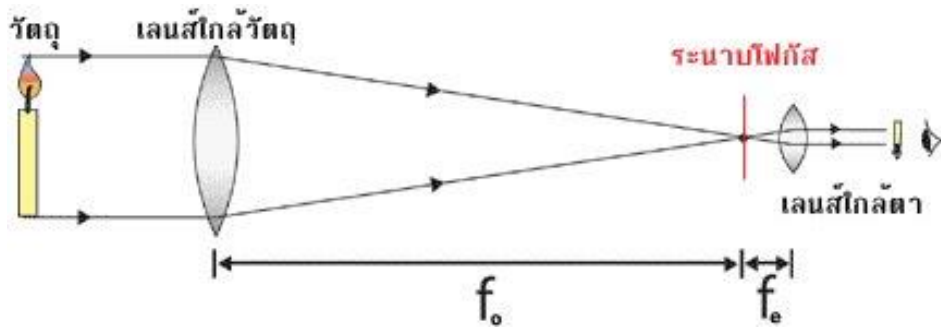
$$m_{\text{รวม}} = m_{\text{เลนส์ใกล้ตา}} \times m_{\text{เลนส์ใกล้วัตถุ}}$$

**** ภาพสุดท้ายของกล้องจุลทรรศน์คือ
ภาพเสมือนหัวกลับ



หลักการเกิดภาพของกล้องจุลทรรศน์

1.4 กล้องโทรทรรศน์ : ใช้ในการส่องดูวัตถุที่อยู่ไกล ๆ หลักการคล้ายกล้องจุลทรรศน์ แต่เปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุให้มีความยาวโฟกัสยาว เพื่อรับแสงจากดวงดาวแล้วทำให้ **เกิดภาพจริงหัวกลับ ขนาดเล็ก** จากนั้นภาพที่เกิดขึ้นจะกลายเป็นวัตถุของเลนส์ใกล้ตาที่มีความยาวโฟกัสสั้นกว่า ภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้ตาเป็นภาพเสมือนหัวกลับขนาดขยาย โดยถ้าต้องการให้เห็น **ภาพหัวตั้ง** ต้องใส่เลนส์นูนอีกชิ้นหนึ่งทำหน้าที่กลับภาพขึ้น



กำลังขยาย = ความยาวของโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ / ความยาวของโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา
 = f_o/f_e

$m = \frac{f_o}{f_e}$

m = กำลังขยายกล้อง

$L = f_e + f_o$

L = ความยาวกล้อง

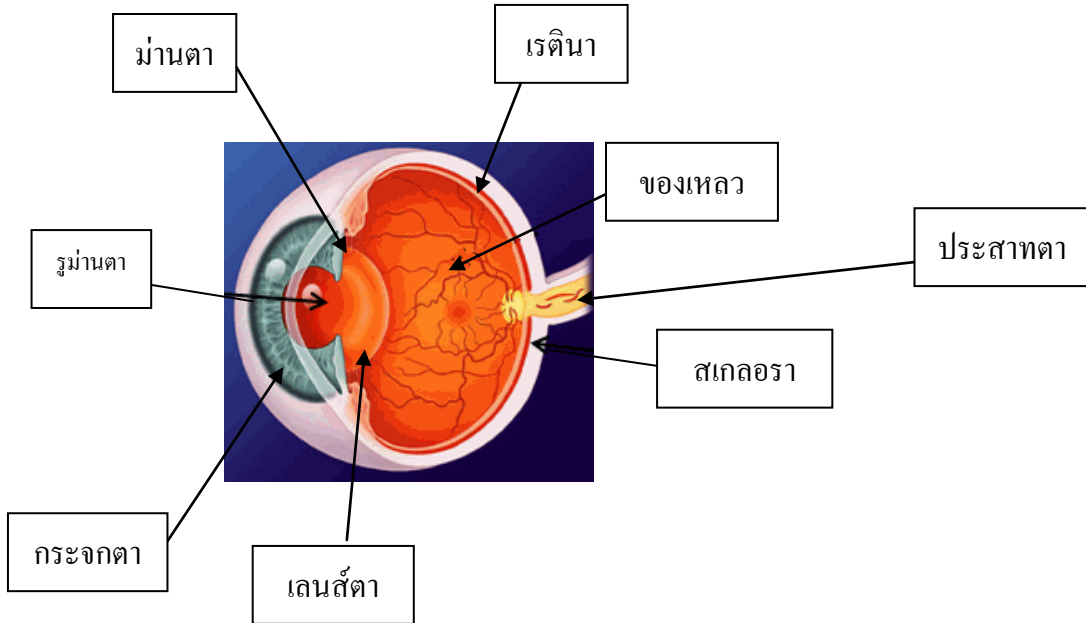
f_e = ความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา

f_o = ความยาวโฟกัสเลนส์ใกล้วัตถุ

ตัวอย่าง : ถ้าเลนส์ใกล้วัตถุมีความยาวโฟกัส 1000 มิลลิเมตร เลนส์ใกล้ตามีความยาวโฟกัส 10 มิลลิเมตร กำลังขยายที่ได้คือ $f_o/f_e = 1000/10 = 100$ เท่า

2. ตาและการมองเห็น

1) ส่วนประกอบประกอบของตา : ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้



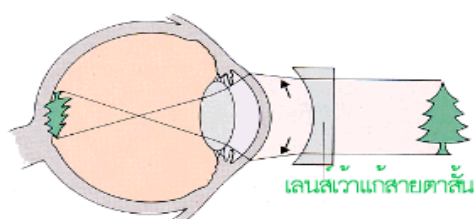
รูป 2.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของนัยน์ตา

1. กระจกตาหรือคอร์เนีย (cornea) : อยู่ที่ผิวหน้าและหุ้มลูกนัยน์ตาไว้ เป็นตัวกลางโปร่งใส
2. เลนส์ตา (lens) : เป็นเลนส์นูน ทำหน้าที่รับแสงจากวัตถุ มีความยืดหยุ่น เพื่อให้สามารถมองเห็นวัตถุที่ระยะต่างๆ กันได้ชัดเจนตลอด
3. กล้ามเนื้อยึดเลนส์ตา (ciliary muscle) : สามารถหดตัวหรือคลายตัวได้ เพื่อบีบให้เลนส์ตานูนมากหรือน้อย และช่วยทำให้นัยน์ตาสามารถลอกไปมาได้
4. ม่านตา (iris) : เป็นเนื้อเยื่อส่วนที่มีสีของนัยน์ตา (แล้วแต่เชื้อชาติ) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่จะผ่านเข้าสู่เลนส์ตา
5. รูม่านตา (pupil) : ช่องกลางม่านตา เป็นส่วนที่มีสีเข้มกลางนัยน์ตา รับแสงผ่านเข้าสู่เลนส์ตา
6. เรตินา (retina) : เป็นบริเวณเนื้อเยื่อสีดำนั่นในที่สุด ประกอบด้วยใยประสาทที่ไวต่อแสงเป็นจำนวนมาก ประกอบด้วยเซลล์ประสาท 2 ชนิด คือ เซลล์ประสาทรูปแท่ง (rod cells) จะไวต่อแสงที่มีความเข้มน้อย ไม่สามารถจำแนกสีของแสงนั้นได้ ทำให้เกิดความรู้สึกเกี่ยวกับความมืดและความสว่าง ขาวหรือดำ และ เซลล์ประสาทรูปกรวย (cone cells) ไวต่อแสงที่มีความเข้มสูงสามารถจำแนกแสงต่อละสีได้ ทำให้เกิดความรู้สึกเกี่ยวกับสี เซลล์ประสาทเหล่านี้จะรวมกันเป็นประสาทตา (optic nerve) ประสาทตาทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าเข้าสู่สมองแล้วสมองจะแปลความหมายเป็นภาพที่มองเห็น

ความผิดปกติที่เกิดกับนัยน์ตา

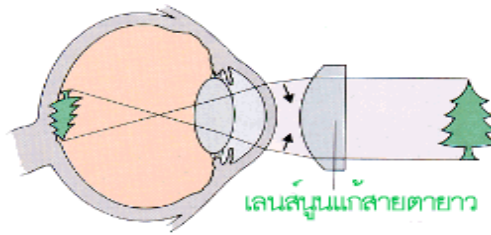
1. สายตาสั้น : สายตาสั้นจะมองเห็นสิ่งต่างๆ ที่ระยะใกล้กว่า 25 เซนติเมตร เนื่องจากกระบอกตายาว ภาพจึงตกก่อนถึงเรตินา

วิธีการแก้ไข สวมแว่นตาทำด้วยเลนส์เว้า เพื่อถ่วงแสงให้ไปตกถึงเรตินา



2. สายตายาว : สายตายาวเกิดจากกระจกตาสั้นเกินไป ภาพตกเลยเรตินา จะมองเห็นสิ่งต่างๆ ชัดที่ระยะไกล ส่วนระยะใกล้มองเห็นไม่ชัด

วิธีการแก้ไข สวมแว่นตาทำด้วย**เลนส์นูน** เพื่อช่วยรวมแสงให้ตกใกล้เข้ามา



3. สายตาเอียง : สายตาเอียงเกิดจากผิวหน้าของเลนส์ตามีความโค้งไม่สม่ำเสมอ ทำให้เห็นภาพแนวตั้งไม่ตรงหรือแนวราบเอียงไปจากปกติ

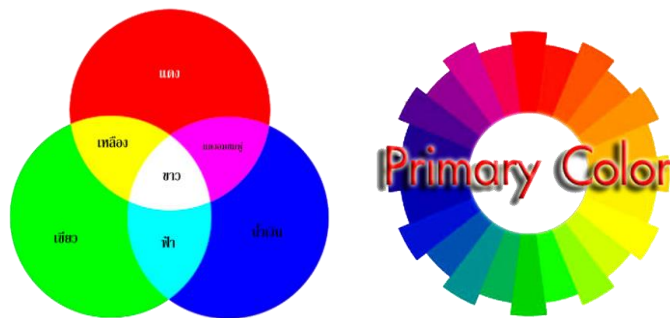
วิธีการแก้ไข สวมแว่นตาทำด้วย**เลนส์นูนกวางกล้วย**

4. ตาเหล่ : ตาเหล่เกิดจากความผิดปกติของกล้ามเนื้อตา

วิธีการแก้ไข ถ้าเป็นน้อยๆ ฝึกการบริหารกล้ามเนื้อตา ถ้าเป็นมากจะต้องผ่าตัด

5. ตาบอดสี : ตาบอดสีเกิดจากเซลล์ประสาทบนเรตินาเกี่ยวกับการมองเห็นสีผิดปกติ ส่วนใหญ่ผู้ชายจะตาบอดสีเนื่องจากกรรมพันธุ์และตาลอดสีแดงเป็นส่วนมาก ไม่สามารถแก้ไขได้และจะถ่ายทอดไปสู่ลูกหลาน

2. แสงสีและการมองเห็น : ในปี ค.ศ. 1801 **Thomas Young** ได้กล่าวว่าการผสมสีของแสงจะทำให้เกิดความรู้สึกในการเห็นแสงสีใหม่ โดยสามารถเห็นได้เพราะนัยน์ตามีเซลล์ประสาทรับ**แสงสี (Cones) 3 ชุด** คือ**ชุดที่มีความไวสูงสุดกับแสงสีแดง ชุดที่มีความไวสูงสุดกับแสงสีเขียว และชุดที่มีความไวสูงสุดกับแสงสีน้ำเงิน** เซลล์ประสาทรับแสงสีทั้ง 3 ชุดนี้ จะมีความไวต่อแถบแสงสีในสเปกตรัมที่ตามองเห็นได้ **แสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสงสีเขียว เรียกว่าเป็น แม่สี หรือ สีปฐมภูมิ (primary Color)** ซึ่งถือว่าเป็นแสงสีบริสุทธิ์ ที่ไม่สามารถจะแยกออกเป็นแสงสีอื่น ๆ ได้



การมองเห็นสีต่าง ๆ บนวัตถุเกิดจากการผสมของแสงสี เช่น แสงขาวอาจเกิดจากแสงเพียง 3 สีรวมกัน แสงทั้ง 3 สี ได้แก่ **แสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน** หรือเรียกว่า **สีปฐมภูมิ** และถ้านำแสงที่เกิดจากการผสมกันของสีปฐมภูมิ 2 สีมารวมกันจะเกิดเป็น **สีทุติยภูมิ** ซึ่งสีทุติยภูมิแต่ละสีจะมีความแตกต่างกันใน **ระดับความเข้มสีและความสว่างของแสง**

เมื่อฉายแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นสีปฐมภูมิไปรวมกัน บนฉากขาว ความรู้สึกในการมองเห็นสีบนฉากจะผสมกัน ทำให้เห็นเป็นสีต่าง ๆ ดังนี้

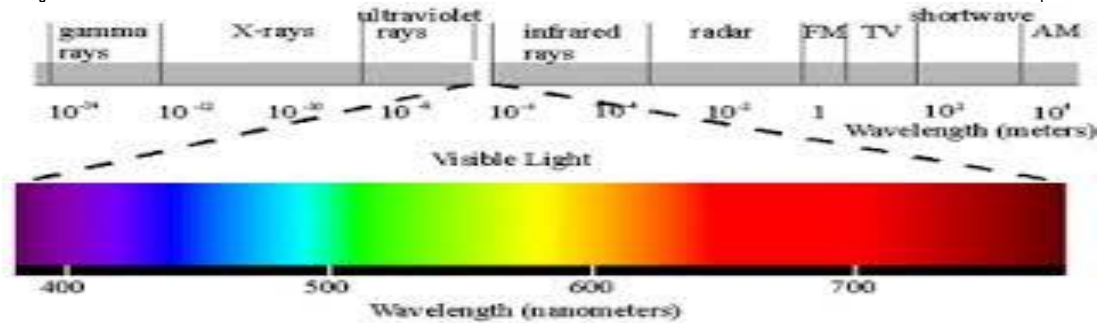
- แสงสีแดง + แสงสีน้ำเงิน = แสงสีม่วงแดง (Magenta)
- แสงสีแดง + แสงสีเขียว = แสงสีเหลือง (Yellow or lemon)
- แสงสีน้ำเงิน + แสงสีเขียว = แสงสีไซแอนหรือน้ำเงิน-เขียว (Cyan or Blue-Green)

• แสงสีแดง + แสงสีน้ำเงิน + แสงสีเขียว = แสงสีขาว(White)

ส่วนสีสองสีที่รวมกันแล้วได้สีขาว สีทั้งสองเป็น **สีเติมเต็ม (complementary colors)** ของกันและกัน เช่น สีเหลือง เป็นสีเติมเต็มของสีน้ำเงินและในขณะเดียวกันสีน้ำเงินก็เป็นสีเติมเต็มของสีเหลืองด้วย

องค์ประกอบของแสงขาว :

แสงขาว (Visible light) ซึ่งเรามองเห็นนั้น เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยคลื่นแสงสีต่าง ๆ รวมกันอยู่ 7 ช่วงสี เรียกว่า “**สเปกตรัมของแสงขาว (spectrum)**” คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละช่วงมีคุณสมบัติ



ดังนี้

1. แสงขาวมีช่วงความยาวคลื่น 400 – 700 nm
2. แสงสีม่วงความยาวคลื่นน้อยสุด ความถี่มากที่สุด
3. แสงสีแดงความยาวคลื่นมากที่สุด ความถี่น้อยสุด
4. แสงสีม่วงหักเหมากที่สุด สีแดงหักเห最少
5. แสงสีม่วงพลังงานมากที่สุด สีแดงพลังงานน้อยสุด
6. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่สูงกว่าถัดจากแสงสีขาว คือ รังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV)
7. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่ต่ำกว่าถัดจากแสงขาว คือ รังสีอินฟราเรด

แสงสีและสารสี

1) การมองเห็นสี :

1. สีของวัตถุเกิดจากการที่แสงตกกระทบที่วัตถุแล้ววัตถุนั้นจะดูดกลืนแสงบางช่วงสีเอาไว้ ส่วนแสงสีที่ถูกดูดกลืนจะสะท้อนเข้าสู่ตาคน จึงเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ

2. วัตถุสีขาวจะไม่ดูดกลืนแสงสีใดเลย ทำให้แสงสีทุกสีสะท้อนเข้าสู่ตาคน เมื่อรวมกันจึงได้แสงสีขาว

3. วัตถุสีดำจะดูดกลืนแสงสีทุกสี จึงไม่มีแสงสีใดสะท้อนเข้าตา เราจึงเห็นเป็นสีดำ

4. วัตถุต่าง ๆ จะสะท้อนแสงสีที่เหมือนสีวัตถุเอง และจะดูดกลืนแสงสีอื่น ๆ ไว้

2) สารสี (Color pigment) : สารสีปฐมภูมิ คือ เหลือง แดงม่วง และน้ำเงินเขียว สารสีแดงม่วงจะไม่ดูดกลืนแสงในแถบสีแดงและสีม่วง สารสีเหลืองจะไม่ดูดกลืนแสงในแถบสีเหลือง ส่วนสารสีน้ำเงินเขียวจะไม่ดูดกลืนแสงแถบสีน้ำเงิน ม่วง และเขียวและแต่ละจะดูดกลืนแสงแถบสีอื่น ๆ ถ้านำสารสีปฐมภูมิทั้งสามมาผสมกันในอัตราส่วนเท่ากัน จะได้สีผสมที่ดูดกลืนแสงสีทุกแถบสี สารสีผสมนี้คือ “สารสีดำ” แต่ถ้าผสมกันด้วยสัดส่วน ๆ กัน จะได้สารสีหลายสี ยกเว้น สารสีขาวที่ไม่อาจทำให้เกิดได้ด้วยการผสมสารสีต่าง ๆ

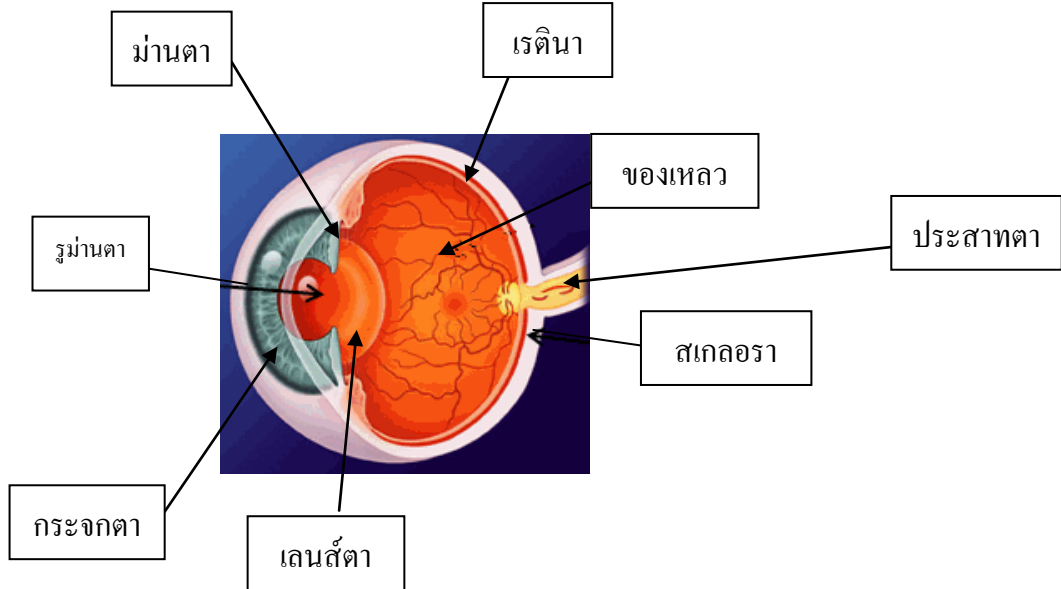
3) แสงสี (color light) : เมื่อนำแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน มาผสมกันบนฉากขาวด้วยสัดส่วนเท่ากัน จะให้ผลเหมือนกับเราฉายแสงขาวลงบนฉากขาว เพราะแสงสีทั้งสามจะรวมกันเป็นสเปกตรัมของแสงขาวพอดี เรียกแสงทั้ง 3 สีว่า “แสงสีปฐมภูมิ” เราอาจจำแสงสีปฐมภูมิมาผสมกันเพื่อให้แสงสีต่าง ๆ กันได้หลายสี ยกเว้น แสงสีดำ



ใบงานที่ 3.1 เรื่อง ทศนุปรกรณ์และการมองเห็น

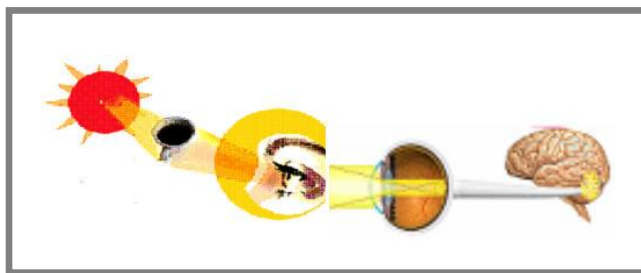
คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ความรู้ที่เรียนมาตอบคำถาม

1. ดูภาพ แล้วเขียนบอกหน้าที่ความสำคัญของส่วนประกอบของนัยน์ตาที่กำหนดให้



- 1.1 ม่านตา -----
- 1.2 รูม่านตา -----
- 1.3 สเกลอรา -----
- 1.4 ประสาทตา -----
- 1.5 ของเหลว -----
- 1.6 กระจกตา -----
- 1.7 เรตินา -----
- 1.8 เลนส์ตา -----

2. จากภาพ จงอธิบายว่าตาช่วยให้เรามองเห็นได้อย่างไร



3. ในเวลากลางคืนมีแสงสว่างพอริบหรี่ นักเรียนมองเห็นวัตถุต่างๆได้ แต่ไม่สามารถแยกแยะสีได้ เป็นการทำงานของเซลล์ใดในเรตินา

4. ร่างกายมีการปรับตัวอย่างไร เมื่อความสว่างมากหรือน้อยเกินไป

5. ในสัตว์ที่ไม่มีดวงตาในการมองเห็น สัตว์เหล่านี้จะมีพฤติกรรมตอบสนองต่อแสงสว่างอย่างไร

6. แสงสว่างมีความสำคัญกับพืชอย่างไร

7. จงยกตัวอย่างการปรับตัวหรือพฤติกรรมตอบสนองต่อแสงสว่างของพืช มาอย่างน้อย 3 ชนิด

8. นักเรียนคิดว่า นอกจากเราต้องให้น้ำและปุ๋ยกับพืชแล้ว แสงสว่างมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่

9. ทศนุปรกรณ์หรือทศนอปรกรณ์ หมายถึง

10. อธิบายภาพที่เกิดจากใช้แว่นขยาย พอสั่งเขป

.....

11. อธิบายภาพที่เกิดจากการใช้กล้องจุลทรรศน์ พอสั่งเขป

.....

12. อธิบายภาพที่เกิดจากการใช้กล้องโทรทรรศน์ พอสั่งเขป

.....

13. กล้องโทรทรรศน์ที่มีความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา 5 เซนติเมตร ความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ 50 เซนติเมตร จงหาค่ากำลังขยายและความยาวของกล้องของกล้องโทรทรรศน์

.....

14. เลเซอร์ (Laser) ย่อมาจากคำว่า
หลักการทำงานของ เลเซอร์ (Laser)

.....

15. เส้นใยนำแสง (Optical fiber) คือ

.....

16. ประโยชน์จากเลเซอร์ (Laser)

.....

17. ประโยชน์จากเส้นใยนำแสง.....

.....