

ลำดับที่ 10	ใบเตรียมการสอน	รหัสวิชา 13-080-041
		บทเรียนที่ 6.1 6.2 และ 6.3
	หน่วยที่ 6 แสงสีและทัศนูปกรณ์	เวลา 150 นาที

- ข้อบทเรียน
- 6.1 สมบัติของแสง
 - 6.2 วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแสง
 - 6.3 ปรากฏการณ์ธรรมชาติของแสง

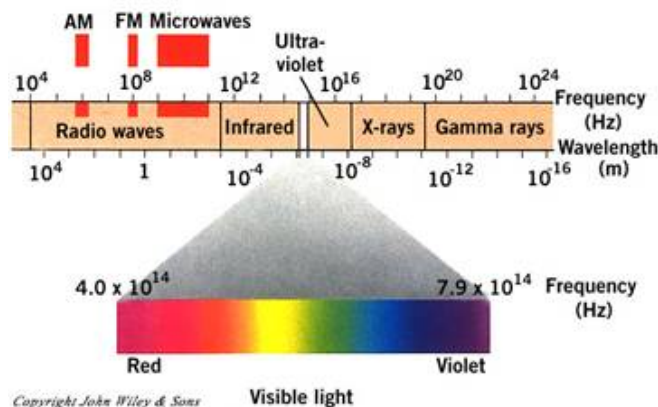
จุดประสงค์การสอน

1. อธิบายเกี่ยวกับการสะท้อน การหักเห ของแสงพร้อมทั้งยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง
2. อธิบายเกี่ยวกับ การสะท้อนกลับหมด
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดโพลาไรเซชันพร้อมทั้งยกตัวอย่างปรากฏการณ์
4. เข้าใจเกี่ยวกับสเปกตรัมของแสง
5. อธิบายการผสมแสงสีและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
6. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสีของวัตถุและการมองเห็นสีของวัตถุ
7. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดรุ้งกินน้ำ
8. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดภาพลวงตา
9. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับไฟเบอร์ออปติกและการนำไปใช้ประโยชน์

เนื้อหา

มนุษย์เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ เช่น ในเวลากลางคืนที่มีคนมองไม่เห็นวัตถุต่าง ๆ เพราะแสงทำให้ประสาทตาสามารถรับรู้สีในการมองเห็นได้ แสงคืออะไรยังเป็นปัญหาที่หาข้อยุติยากแสงอาจจะเป็นอนุภาคตามทฤษฎีอนุภาคของนิวตัน หรือแสงอาจจะเป็นคลื่นตามทฤษฎีของฮอยเกนส์ การใช้ทฤษฎีใดอธิบายขึ้นกับปรากฏการณ์แสงที่จะศึกษา ในบทนี้จะกล่าวถึงแสงเมื่อแสดงสมบัติเป็นคลื่น

แสงช่วงที่ตาสามารถมองเห็นมีค่าอยู่ระหว่าง 400 – 700 นาโนเมตร และมีความถี่อยู่ในช่วง 10¹⁴-10¹⁵ เฮิรตซ์ โดยแสงสีม่วงซึ่งมีความยาวคลื่นน้อยที่สุด หรือ ความถี่สูงสุด ส่วนแสงสีอื่น ๆ ให้สเปกตรัมของแสงในช่วงนี้ก็มีความยาวคลื่นสูงขึ้นตามลำดับ จนถึงแสงสีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุดหรือมีความถี่ต่ำที่สุด ดังรูปที่60 แสงมีความเร็ว 3 x 10⁸ เมตรต่อวินาที ในสุญญากาศ และมีสมบัติเช่นเดียวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดอื่นคือ มีการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การแทรกสอด และโพลาไรเซชัน



รูปที่60 แสดงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงที่ตามองเห็น

ที่มา : http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics_2/light/ligh_30.htm

1. สมบัติของแสง

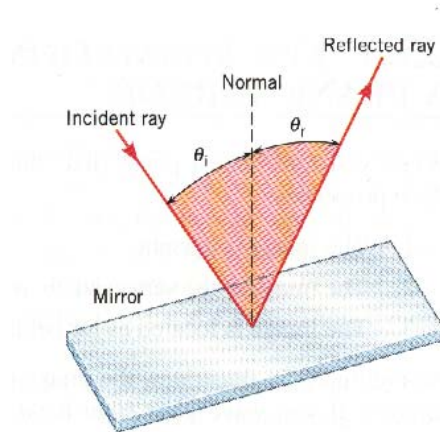
1.1 การสะท้อนแสง (Reflection)

การที่เราสามารถมองเห็นวัตถุต่างๆ ได้นั้น เพราะมีแสงจากวัตถุมาเข้าตาเรา ถ้าวัตถุนั้นไม่มีแสงสว่างในตัวเอง การมองเห็นจะเกิดจากแสงที่ไปตกกระทบกับวัตถุนั้นแล้วสะท้อนมาเข้าตา เช่น เมื่อเราอยู่ในห้องมืดเราจะมองไม่เห็นสิ่งใด แต่ถ้าเราเปิดหลอดไฟฟ้ามองเห็นสิ่งต่างๆ ในห้องได้ นั่นก็หมายความว่า หลอดไฟฟ้ามืดเป็นแหล่งกำเนิดแสง แสงจากหลอดไฟจะเคลื่อนที่ผ่านอากาศมากระทบกับวัตถุแล้วสะท้อนเข้าตาเรา ซึ่งการสะท้อนของแสงที่เกิดจากการเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง

การสะท้อนเป็นสมบัติทั้งของอนุภาคและคลื่น เมื่อคลื่นแสงตกกระทบผิวสะท้อน จะเกิดการสะท้อนที่ผิวตกกระทบนั้น ผิวที่จะสะท้อนคลื่นแสงได้อาจเป็นกระจกบานปรอท โลหะขัดมัน หรือผิวน้ำก็ได้ การสะท้อนจะเป็นไปตามกฎการสะท้อน 2 ข้อ คือ

กฎข้อ 1 คลื่นตกกระทบ(Incident ray)และคลื่นสะท้อน(Reflect ray)จะอยู่บนระนาบเดียวกัน

กฎข้อ 2 มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ($\theta_i = \theta_r$)



รูปที่ 61 แสดงการสะท้อนของแสงบนกระจกราบ

ที่มา : http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics_2//light/ligh_30.htm

เส้นปกติ (normal) คือเส้นที่ตั้งฉากกับผิวสะท้อน ณ จุดที่รังสีตกกระทบ

มุมตก (incident angle) เป็นมุมระหว่างรังสีตกกระทบกับเส้นปกติ

มุมสะท้อน (reflected angle) เป็นมุมระหว่างรังสีสะท้อนกับเส้นปกติ

กรณีที่ผิวสะท้อนเป็นผิวโค้งอาจเป็นผิวครึ่งทรงกลมหรือผิวโค้งพาราโบลา กฎการสะท้อนก็ใช้ได้ เมื่อผิวสะท้อนเป็นผิวโค้งครึ่งวงกลม คลื่นสะท้อนจะมารวมกันที่จุด ๆ หนึ่ง ซึ่งมีชื่อจุดโฟกัส ถ้าผิวสะท้อนเป็นผิวโค้งพาราโบลา คลื่นตกกระทบเป็นคลื่นตรงขนาน คลื่นสะท้อนจะรวมกันที่จุดโฟกัส

จากการศึกษาเรื่องการสะท้อนของแสง สามารถเขียนรูปแสดงการสะท้อนแสงของวัตถุชนิดต่าง ๆ ได้ ประกอบด้วย รังสีตกกระทบ เส้นปกติ รังสีสะท้อน มุมตกกระทบ และมุมสะท้อน โดยเขียนรูปให้รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อน อยู่บนระนาบเดียวกัน และจะต้องให้มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนด้วย

1.2 การหักเห (Refraction)

แสงเคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็ว 3×10^8 m/s ส่วนในตัวกลางอื่น ๆ อัตราเร็วของแสงจะเปลี่ยนไป โดยมีค่าขึ้นกับดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางนั้น ๆ ถ้าให้ n แทนดัชนีหักเห (Refractive Index) ของตัวกลางใด ๆ จะได้

$$\text{จะได้} \quad n = \frac{c}{v}$$

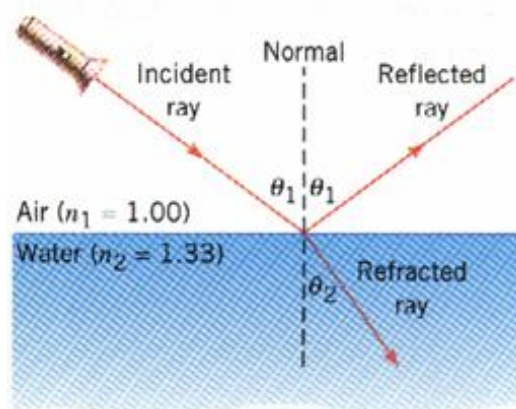
เมื่อ c แทนอัตราเร็วแสงในสุญญากาศหรืออากาศ (m/s)

v แทนอัตราเร็วแสงในตัวกลางใด ๆ (m/s)

เมื่อคลื่นแสงเคลื่อนที่ทิศทำมุมใด ๆ กับเส้นปกติ ในกรณีนี้คลื่นแสงจะมีการเปลี่ยนทางเดินไปจากแนวเดิม ขณะที่เริ่มเคลื่อนที่เข้าสู่อีกตัวกลางหนึ่ง เรียกว่าการหักเห

การหักเห คือการที่คลื่นแสงเปลี่ยนทิศทางเดินเมื่อเข้าสู่อีกตัวกลางหนึ่งที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน ในตัวกลางที่มีความหนาแน่นเท่ากันความเร็วของคลื่นแสงจะคงที่ แต่ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางชนิดหนึ่งไปยังตัวกลางอีกชนิดหนึ่ง ความเร็วของคลื่นแสงจะเปลี่ยนไปที่รอยต่อระหว่างผิวของตัวกลางทั้งสอง แต่ความถี่ของแสงคงที่เสมอไม่ว่าจะผ่านตัวกลางใด ๆ ดังนั้นความยาวคลื่นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเร็ว

เมื่อทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแสงตั้งฉากกับรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง จะไม่มีการเปลี่ยนทิศทางเดินหรือไม่เกิดการหักเหแน่นอน จะมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะความเร็วกับความยาวคลื่น



รูปที่ 62 แสดงรังสีตกกระทบ รังสีหักเห และรังสีสะท้อนของแสง เมื่อแสงเดินทางจากอากาศไปยังน้ำ
ที่มา : http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics_2/light/ligh_30.htm

จากรูปที่ 62 เมื่อแสงเดินทางผ่านอากาศ(ตัวกลางที่1) มีค่าดัชนีหักเห n_1 ไปยังน้ำ (ตัวกลางที่2) มีค่าดัชนีหักเห n_2 จะเห็นได้ว่ารังสีของแสงที่เข้าไปในตัวกลางที่ 2 มีแนวทางเปลี่ยนไปจากแนวรังสีตกกระทบเดิม แสงจะเกิดการหักเห โดยถ้าให้ θ_1 คือมุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นปกติ และ θ_2 คือมุมที่รังสีหักเหทำกับเส้นปกติ เรียกว่ามุมหักเห (angle of refraction) จากกฎของสเนลล์จะได้อความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบ (θ_1) และมุมหักเห (θ_2) และค่าดัชนีหักเหในตัวกลางทั้งสอง n_1 และ n_2 ดังนี้

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

โดย แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อย (จากตัวกลางที่ทึบกว่าไปยังตัวกลางที่โปร่งกว่า) จะทำให้มุมหักเหมีค่ามาก หรืออาจกล่าวได้ว่าแสงหักเหจะเบนออกจากเส้นปกติ แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อยไปยังตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมาก(จากตัวกลางที่โปร่งกว่าไปยังตัวกลางที่ทึบกว่า) จะทำให้มุมหักเหมีค่าน้อย แสงหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติ

ถ้าให้ n_1 คือ ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 เทียบกับตัวกลางที่ 2 โดยที่ $n_1 = \frac{c}{v_1}$ และ $n_2 = \frac{c}{v_2}$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

โดยทั่วไปค่าความหนาแน่นของตัวกลางที่เป็นวัตถุโปร่งใส จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าดัชนีหักเหของตัวกลางนั้น กล่าวคือถ้าวัตถุใดมีความหนาแน่นมากจะมีค่าดัชนีหักเหมาก และถ้าวัตถุใดมีความหนาแน่นน้อยก็จะมีค่าดัชนีหักเหน้อยด้วย ดังตารางต่อไปนี้

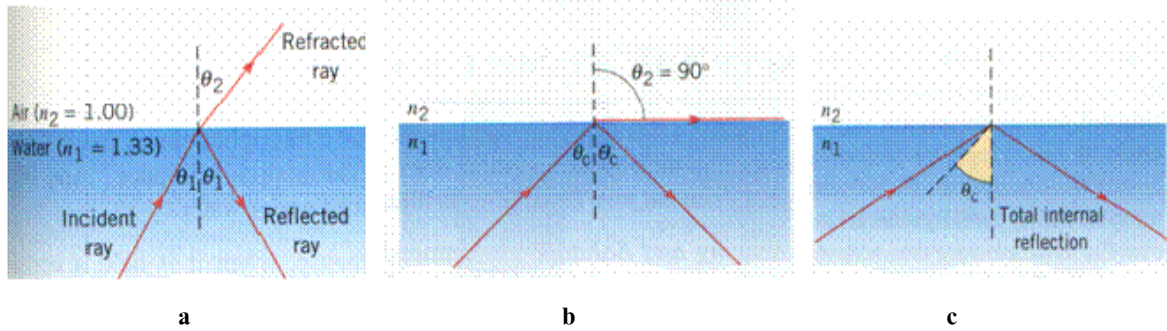
ตารางที่ 12 ค่าดัชนีหักเหของสารต่าง ๆ สำหรับแสงความยาวคลื่น 589.3 นาโนเมตร

สาร	ค่าดัชนีหักเห
เพชร	2.417
แก้ว	1.517
น้ำแข็ง	1.31
คาร์บอนไดออกไซด์ที่ 20 ° C	1.625
คาร์บอนเตตระคลอไรด์ที่ 20 ° C	1.461
เอทิลแอลกอฮอล์ที่ 20 ° C	1.360
น้ำที่ 20 ° C	1.333
อากาศ	1.000293

1.3 การสะท้อนกลับหมด(Total Reflection)

การสะท้อนกลับหมดเป็นปรากฏการณ์หนึ่งของแสงสะท้อนและการหักของแสง กล่าวคือ เมื่อแสงจากอากาศผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติก ดัชนีหักเหจะมากกว่าอากาศทำให้มุมหักเหในแท่งพลาสติกมีขนาดเล็กกว่ามุมตกกระทบในอากาศ รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติ ในทางกลับกันถ้าแสงผ่านแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ รังสีจะเบนออกจากเส้นปกติ การหักของแสงในลักษณะนี้ทำให้มุมตกกระทบมีค่าต่าง ๆ กัน

เมื่อแสงเดินทางจากแท่งพลาสติก ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าไปสู่อากาศ ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่า แนวรังสีของแสงจะเบนออกจากเส้นปกติ ดังรูปที่ 63



รูปที่ 63 แสดงการหักเหและการสะท้อนกลับหมดของแสง

ที่มา : http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics_2//light/ligh_30.htm

แสงที่เดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหหมาก (n_1) ไปสู่ตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหหม่ຍ (n_2) ถ้าให้แสงตกกระทบบทำมุมกับเส้นปกติจะทำให้เกิดมุมหักเหของแสง เบนออกจากเส้นปกติ (ดังรูปที่ 63a) แต่ถ้าให้แสงตกกระทบบจนทำให้มุมหักเหมีค่าเท่ากับ มุมตกกระทบบนี้จะเรียกว่า มุมวิกฤต (Critical Angle : θ_c) และ ถ้ามุมตกกระทบบโดกว่ามุมวิกฤต จะเกิดการสะท้อนเพียงอย่างเดียวเราเรียกว่า การสะท้อนกลับหมด (Total internal reflection) (ดังรูปที่ 63c) โดยการหาค่ามุมวิกฤตสามารถคำนวณได้จากสมการ

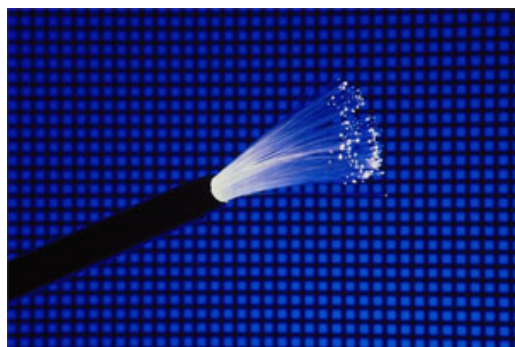
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

ถ้ามุมตกกระทบบ $\theta_1 = \theta_c$ และมุมหักเห $\theta_2 = 90^\circ$ จะได้มุมวิกฤตมีค่าดังนี้

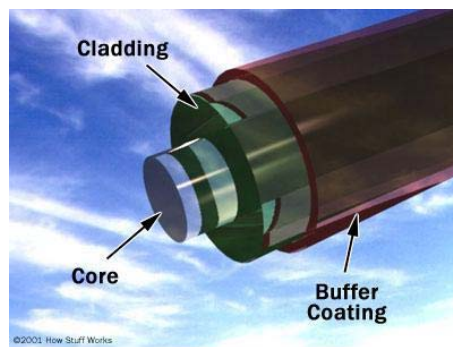
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_c}{\sin 90^\circ}$$

การประยุกต์เกี่ยวกับการหักเหของแสงและการสะท้อนกลับหมดมาใช้ในทางการแพทย์ โดยทำให้แสงเดินทางในหลอดยาวโค้งซึ่งทำด้วยแก้ว เรียกหลอดโค้งนี้ว่า เส้นใยนำแสง (Fiber optic) ลักษณะของเส้นใยนำแสงและปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดในเส้นใยนำแสง

เส้นใยนำแสง (Fiber optic)



a



b

รูปที่ 64 a) เส้นใยแก้วนำแสง b) โครงสร้างของใยแก้วนำแสง

ที่มา : <http://electronics.howstuffworks.com/fiber-optic.htm>

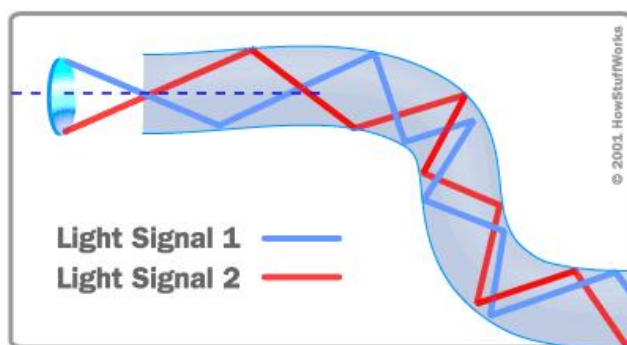
โครงสร้างของใยแก้วนำแสง

- แกนกลาง (core) ทำด้วยแก้วบริสุทธิ์ เป็นเส้นทางให้แสงเดินทางผ่าน (core) มีหลายขนาด เช่น 9 ไมโครเมตร (single mode) 62.5 ไมโครเมตร (multi- mode) และ 0.04 -1 มิลลิเมตร (plastic)
- วัสดุสะท้อนแสง (cladding) ทำด้วยสารอีกชนิดหนึ่ง
- เปลือกหุ้ม (buffer coating) ทำด้วยพลาสติก

โครงสร้างของเส้นใยแก้วนำแสงมีส่วนอย่างมากในการส่งผ่านแสง โดยแสงในเส้นใยแก้วนำแสงจะถูกทำให้สะท้อนกลับไปกลับมา ระหว่างรอยต่อของแกนกลาง (core) และฉนวนที่หุ้ม (cladding) จากปลายข้างหนึ่งไปยังอีกปลายข้างหนึ่งของเส้นใยแก้วนำแสง สาเหตุที่ต้องมี cladding หุ้มส่วนของ core ไว้ ก็เนื่องจากว่า ถ้าหาก core สัมผัสกับอากาศโดยตรง อาจมีสิ่งปนเปื้อนในอากาศหรือ คราบน้ำมันมาเกาะจับที่ core ซึ่งจะทำให้การสะท้อนกลับของแสงภายใน core ไม่ดี เป็นเหตุให้มีการสูญเสียสัญญาณแสงขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมี cladding มาหุ้มไว้เพื่อป้องกันเหตุการณ์ดังกล่าว นอกจากนี้แล้ว ถัดจากชั้น cladding ออกมาจะมีฉนวนหุ้มอีกชั้นหนึ่ง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้เส้นใยนำแสง โค้งงอได้ด้วยวิธีที่มีค่าหนึ่งโดยไม่แตกหัก

หลักการทำงานของเส้นใยแก้วนำแสง

โดยทั่วไปเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง จะเกิดปรากฏการณ์ของการสะท้อน (reflection) และการหักเห (refraction) ของแสงขึ้นที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง ซึ่งสำหรับในกรณีพิเศษที่ตัวกลางที่แสงตกกระทบมีค่าดัชนีหักเหมากกว่าในตัวกลางหนึ่ง ($n_2 > n_1$; โดย n_1 คือค่าดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางที่แสงหักเห และ n_2 คือค่าดัชนีหักเหของตัวกลางที่แสงตกกระทบ) และมีมุมตกกระทบที่พอเหมาะก็จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า การสะท้อนกลับหมดของแสง (Total Internal Reflection) ขึ้น ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวสามารถนำมาอธิบายถึงรูปแบบการเดินทางของแสงอย่างง่ายในเส้นใยแก้วนำแสงได้



รูปที่ 65 การสะท้อนแสงในเส้นใยแก้วนำแสง

ที่มา : <http://www.arcelect.com/fibercable.htm>

ประโยชน์ ของเส้นใยแก้วนำแสง เช่น ใช้ทำสายสัญญาณของโทรศัพท์ อินเทอร์เน็ต โทรทัศน์ ใช้งาน จะนำมารวมกันหลาย ๆ เส้นใย เรียกว่า สายเคเบิล นอกจากนี้ยังใช้ในการส่งกล้องดูอวัยวะภายในเช่นกระเพาะอาหารได้

ข้อดีของการใช้ใยแก้วนำแสงคือ ราคาถูกกว่าสายทองแดง ขนาดเล็กกว่า มีจำนวนสายหรือช่องมากกว่า การสูญเสียของสัญญาณน้อยมาก ไม่ถูกรบกวนด้วยคลื่นชนิดอื่น (จึงคมชัดกว่า) ใช้พลังงานน้อย น้ำหนักเบา โค้งงอได้ง่าย ไม่มีสัญญาณสะท้อน (echo)

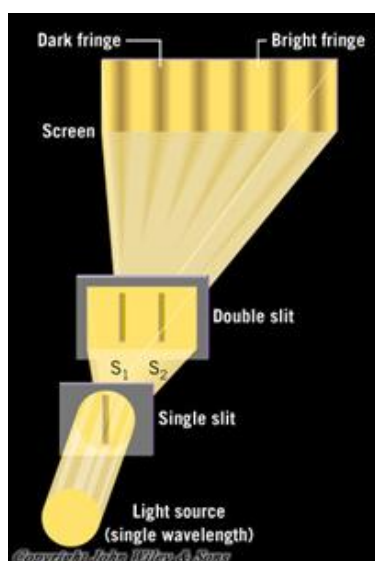


รูปที่ 66 แสดงการตรวจโดยใช้เส้นใยนำแสง

ที่มา : <http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet1/network/ask1.htm>

1.4 การแทรกสอด (Interference)

การแทรกสอดของแสงจะเกิดขึ้นได้เมื่อคลื่นแสงสองชุดเป็นแสงเอกพันธ์ (Coherent Light) คือ เป็นแสงที่มีความถี่เท่ากัน และมีผลต่างเฟส ณ เวลาใดๆ เป็นค่าคงตัว แหล่งกำเนิดแสงเอกพันธ์ทำได้โดยใช้แสงจากแหล่งกำเนิดเดียวกันไปตกกระทบจากที่บัพที่เจาะเป็นช่องเล็กยาว (Slit) สองช่องใกล้กัน แสงที่ออกจากช่องเล็กยาวทั้งสองจะเป็นแสงเอกพันธ์ ในธรรมชาติเป็นไปได้ที่จะมีแหล่งกำเนิดแสงเอกพันธ์



ถ้าคลื่นแสงทั้งสองชุดไม่เป็นแสงเอกพันธ์ คือ มีความถี่ต่างกัน หรือมีผลต่างเฟสเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เมื่อมาซ้อนทับกัน พบว่า คลื่นลัพธ์จะไม่เป็นคลื่นสถิตย์ แต่จะเป็นคลื่นเคลื่อนที่ (travelling waves) ทำให้ไม่เกิดการแทรกสอด

นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษชื่อ ทอมัส ยัง (Thomas Young) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์การแทรกสอดของแสง โดยจัดอุปกรณ์ง่าย ๆ ดังรูปข้างล่างนี้ และ S_2 เป็นช่องเล็กยาวสองช่องที่ขนานกัน และอยู่ชิดกันบนฉากที่ S_2 คือ แหล่งกำเนิดแสงสีเดียว หรือแสงเอกรงค์ (Monochromatic Light)

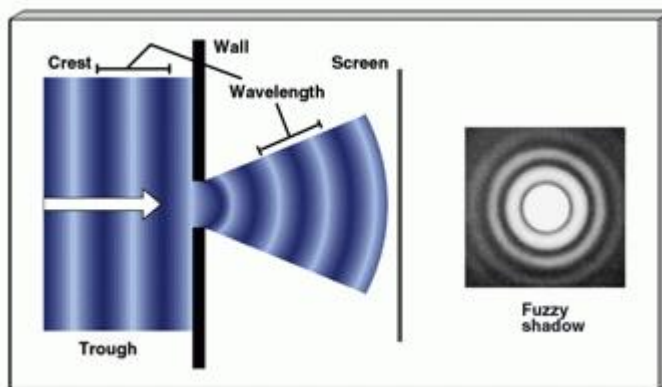
เมื่อแสงทะลุผ่านจะเกิดการแทรกสอดกัน และเกิดเป็นริ้วการแทรกสอด (Interference Fringes) ปรากฏให้เห็นเป็นแถบมืด แถบสว่าง บนฉาก

รูปที่ 67 คลื่นแสง 2 ขบวนจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์แทรกสอดกันบนฉาก

ที่มา : http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics_2//light/ligh_30.htm

1.5 การเลี้ยวเบน (Diffraction)

โดยทั่วไปแสงเดินทางเป็นเส้นตรง แต่ถ้าถูกกีดขวางด้วยวัตถุ หรือช่องแคบเล็ก ๆ แสงจะเกิดการเลี้ยวเบนขึ้นได้ ดังแสดงดังรูปข้างล่างนี้



รูปที่ 67 ลวดลายการเลี้ยวเบนของช่องแคบเดี่ยว

ที่มา : http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics_2//light/ligh_30.htm

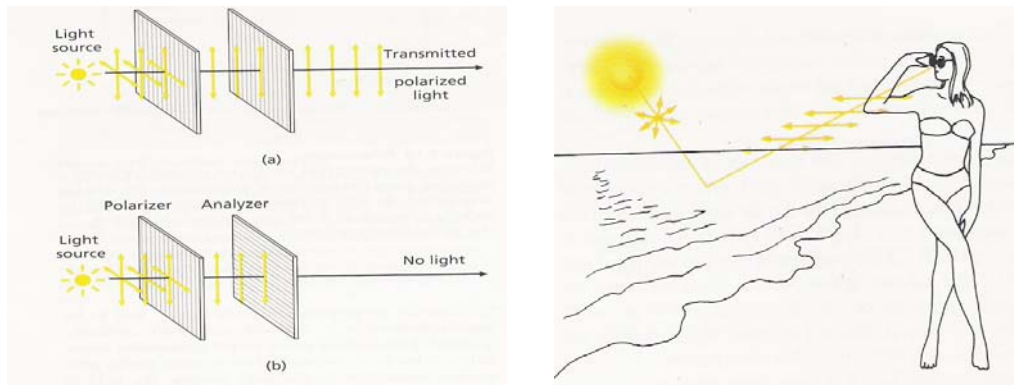
ผลของการเลี้ยวเบนจะปรากฏเป็นริ้วของการเลี้ยวเบนขึ้นบนฉาก ซึ่งมีทั้งแถบสว่างและแถบมืดคล้าย ๆ กับ ริ้วการแทรกสอด เกรตติงเลี้ยวเบนเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้หาความยาวคลื่นของแสง ทำจากวัสดุโปร่งใส เช่น แผ่นแก้ว หรือแผ่นพลาสติกใส ที่มีขีดเส้นขนานจำนวนมาก บนผิวของแผ่นเส้นขนานเหล่านี้มีระยะห่างเท่าๆ กัน ช่องว่างระหว่างเส้นที่ถูกขีด จะทำหน้าที่เป็นช่องเล็กยาว ซึ่งแสงสามารถทะลุผ่านได้ จำนวนเส้นที่ขีดเป็นหลายพันถึงหมื่นเส้นต่อช่องกว้างหนึ่งเซนติเมตร เรียกเกรตติงชนิดนี้ว่า เกรตติงชนิดส่งผ่าน (Transmission Grating) นอกจากนี้ยังมีเกรตติงชนิด สะท้อน (Reflection Grating) ซึ่งได้จากการขีดเส้นขนานบนผิวโลหะขัดมันหรือผิวแก้วที่ฉาบเงินไว้ทำให้แสงเกิดการ สะท้อนจากบริเวณผิวระหว่างเส้นที่ถูกขีด

1.6 การเกิดโพลาไรเซชัน (Polarization)

เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับแสงบางอย่างที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งตรงกันข้ามกับการ เห็นรุ้ง พระอาทิตย์หรือพระจันทร์ทรงกลม ภาพลวงตา หรือสีของท้องฟ้า แสงที่มองไม่เห็นนี้ เรียกว่า แสงโพลาไรซ์ แต่ก็มี ความเข้มและพลังงานเช่นเดียวกับแสงสีอื่นๆ และเราสามารถควบคุมความเข้มของแสงโพลาไรซ์ได้ตามต้องการ

เวลาที่เรามองไปบนผิวน้ำที่มีแสงแดดตกกระทบ จะรู้สึกเคืองนัยน์ตาดำมองอยู่นาน ๆ ที่เป็นเช่นนี้เพราะมี แสงสะท้อนจากผิวน้ำมาเข้านัยน์ตาเรามาก บริเวณของแสงสะท้อนจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อแสงที่ตกกระทบบนผิวน้ำมีความ เข้มมากขึ้น นัยน์ตาเราไม่สามารถจ้องมองแสงที่ส่องจ้าได้ แต่ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงหรือใส่แว่นกันแดดสีเข้มจะรู้สึก สบายตาขึ้น และจ้องมองแสงจ้าได้นานขึ้น กิจกรรมบางอย่างที่เกี่ยวกับแสงและจำเป็นต้องใช้แสงที่มีความเข้มลดลงจะใช้ แผ่นกรองแสงสีธรรมดามากรองแสงไม่เพียงพอ จะต้องใช้แผ่นกรองแสงที่มีลักษณะพิเศษ เรียกว่า โพลารอยด์ (Polaroid) ปริมาณแสงที่ผ่านแผ่นกรองแสงธรรมดากับที่ผ่านโพลารอยด์ไม่เท่ากัน

แผ่นโพลารอยด์ เป็นแผ่นกรองแสงชนิดพิเศษ ผลิตจากส่วนผสมของพลาสติกเหลวกับสารไอโอดีนิน ซัลเฟต โดยจัดให้โมเลกุลของสารเคมีนี้เรียงกันเป็นแถว ขนานกันและอยู่ในทิศทางเดียวกัน ช่องว่างระหว่างโมเลกุลจึงมี เพียงทิศทางเดียว ดังนั้นแสงทะลุผ่านโพลารอยด์จึงผ่านได้เพียงทิศทางเดียว ทำให้มีความเข้มลดลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่ง เรียกแสงนี้ว่า แสงโพลาไรซ์



รูปที่ 68 แสงผ่านแผ่นโพลาไรซ์ และตัวกรองแสง

ที่มา : James T. Shipman and Jerry D. Wilson , 1990.

แผ่นโพลาไรซ์มีสมบัติที่ยอมให้แสงธรรมชาติที่มีระนาบขนานกับแกนของแผ่นโพลาไรซ์ผ่านไปได้ โดยดูดกลืนแสงที่มีระนาบตั้งฉากกับแกนไว้ ดังนั้นแสงที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์จึงมีความสว่างหรือความเข้มของแสงลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง

การที่แผ่นโพลาไรซ์มีสมบัติดังกล่าวมาแล้วขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างอะตอมของวัสดุที่นำมาทำ นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน ได้ผลิตแผ่นโพลาไรซ์จากการผสมพลาสติกเหลวกับสารไอโอโดควินินซัลเฟตแล้วรีดให้เป็นแผ่นบาง ๆ โดยยืดออกจากกันเพื่อทำให้โมเลกุลของสารดังกล่าวเรียงกันเป็นแถว ๆ เกิดเป็นช่องเล็ก ๆ เทำรูเข็มเรียงขนานกันในแนวใดแนวหนึ่งเมื่อให้แสงที่มีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแสงที่ประกอบด้วยสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำซึ่งกันและกันกับสนามไฟฟ้าเคลื่อนที่ในระนาบใดระนาบหนึ่ง ทิศของสนามทั้งสองนี้จะตั้งฉากกันแต่จะมีเพียงสนามหนึ่งเดียวเท่านั้นที่แผ่นโพลาไรซ์จะได้แสงโพลาไรซ์

ถ้าใช้แผ่นโพลาไรซ์ 2 แผ่นที่มีขนาดเดียวกันนำมาวางให้แกนตั้งฉากกันแสงที่ผ่านเข้าไปจะมีมืด มองไม่เห็นแสงที่ทะลุผ่านแผ่นโพลาไรซ์เลย เพราะแสงทั้งหมดจะถูกดักไว้หมด เนื่องจากโพลาไรซ์แผ่นที่หนึ่งยอมให้แสงผ่านไปเหลือทิศทางเดียว ส่วนแผ่นที่สองจะดูดกลืนแสงที่ออกมาจากแผ่นแรกไว้

จะเห็นได้ว่า แสงธรรมชาติที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ไปแล้วจะมีความเข้มลดลง และเราสามารถควบคุมความเข้มของแสงได้โดยให้แสงธรรมชาติที่มีความเข้มหรือจ้ามากๆ ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ 2 แผ่นที่วางให้แกนตั้งฉากกัน หรือทำมุมพอเหมาะที่จะทำให้เกิดปรากฏการณ์แสงโพลาไรซ์ (Polarization)

การตรวจสอบแสงโพลาไรซ์

การที่จะตรวจสอบว่าบริเวณใดหรือแหล่งกำเนิดใดมีปรากฏการณ์แสงโพลาไรซ์หรือไม่ ทำได้โดยนำแว่นโพลาไรซ์ 1 แผ่นมาขึ้นแสงจากแหล่งกำเนิดนั้น ทำการหมุนแผ่นโพลาไรซ์ไปจนครบรอบ สังเกตความสว่างของแสงที่ทะลุผ่านออกมาทางด้านหลังของแผ่นโพลาไรซ์ ถ้าความเข้มของแสงไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าแสงนั้นไม่เป็นแสงโพลาไรซ์ แต่ถ้าความเข้มของแสงลดลงจึงจะเป็นแสงโพลาไรซ์

ประโยชน์ของแสงโพลาไรซ์

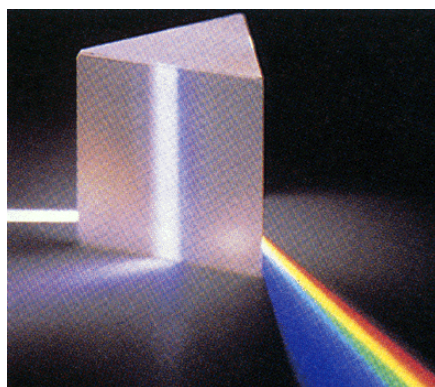
1. ใช้กรองแสงเพื่อทำให้แสงที่ทะลุผ่านเหลือเพียงระนาบเดียว มีความเข้มลดลง ไม่จ้าจนเกินไป
2. ใช้ทำแว่นตากันแดดเพื่อลดความเข้มของแสงโดยเฉพาะแสงที่จ้ามากๆ และลดแสงพร่าที่เกิดจากการสะท้อนที่ผิวมัน

3. ใช้ทำแผ่นกรองแสง (ฟิลเตอร์) ในกล้องถ่ายรูป เพื่อกรองแสงโพลาไรซ์ที่ปนอยู่กับแสงสะท้อนที่ทำให้ตาพร่า

4. เป็นส่วนประกอบสำคัญของเครื่องโพลาไรมิเตอร์ (Polarimeter) ซึ่งใช้ตรวจสอบงานด้านต่าง ๆ ดังนี้
- ด้านเกษตรกรรม ใช้ตรวจหาความหวานของน้ำตาลในอ้อย และน้ำองุ่น
 - ด้านการแพทย์ ใช้ตรวจหาปริมาณน้ำตาลในปัสสาวะ และในเลือด
 - ด้านการก่อสร้าง ใช้ศึกษาแบบจำลองโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง
 - ด้านการศึกษาวិทยาศาสตร์ เช่น การหักเหสองแนวของสารโปร่งใสชนิดต่างๆ
 - ด้านธรณีวิทยา ใช้ตรวจสอบแร่ธาตุบางชนิด

2. สเปกตรัมของแสง

แสงมีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง แสงเดินทางด้วยอัตราเร็วคงที่ประมาณ 186,000 ไมล์ต่อวินาที (ประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที) แหล่งกำเนิดของแสงก็คือดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่และสำคัญที่สุด ในขณะที่ดวงอาทิตย์แผ่รังสีมายังโลกเรา ถ้าสังเกตให้ดีจะเห็นเป็นแสงระยิบระยับจนตาเลย ประกอบด้วยหลายหลากสี เนื่องจากแสงสะท้อนเข้าตาเราซึ่งอาจจะบรรยายได้ว่าประกอบด้วยแสงสีอะไรบ้าง แต่ละบุคคลอาจจะมองเห็นเป็นแสงสีต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน แต่ถ้ามองบริเวณกว้าง ๆ ออกไปจะไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นสีอะไร มองเห็นเป็นบริเวณกว้างและว่างเปล่าแต่ความสว่างไม่สามารถระบุแสงสีได้ แท้จริงก็คือแสงสว่างจากดวงอาทิตย์นั่นเอง ในทางวิทยาศาสตร์จึงจัดให้แสงอาทิตย์เป็นแสงขาว



รูปที่ 69 สเปกตรัมของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึม

ที่มา : <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter4/color.html>

แสงเดินทางเป็นแนวเส้นตรง เมื่อให้แสงส่องผ่านปริซึมจะเกิดการหักเห 2 ตอน คือหักเหภายในและหักเหออกนอกปริซึม แสงส่วนที่หักเหออกจากปริซึมจะแยกออกเป็นแสงสีหลาย ๆ สี ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้เรียกว่าการกระจายแสง แสงสีที่กระจายออกมามีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เป็นแถบแสงสีต่อเนื่องกันทั้ง 7 สี กับเส้นแสงสี แต่ละแสงสีจะอยู่ห่างกัน สังเกตได้ว่าจะมีช่องว่างระหว่างสีทั้ง 7 สี แสงสีที่อยู่ต่อเนื่องกันเรียกว่า แถบสเปกตรัมของแสง ซึ่งมีมากกว่า 7 สี แต่ตาเราเห็นได้เพียง 7 สีเท่านั้น ดังรูปที่ 69 ส่วนแสงสีอื่น ๆ มองไม่เห็นเนื่องจากมีความยาวคลื่นสั้นและยาวเกินกว่าที่จะมองเห็น การที่แสงขาวกระจายออกเป็นแสงสีได้ก็เพราะแต่ละสีมีการหักเหและความยาวคลื่นไม่เท่ากัน แสงสีม่วงมีการหักเหมากและมีความยาวคลื่นสั้น ส่วนแสงสีแดงมีการหักเหน้อยและมีความยาวคลื่นมาก

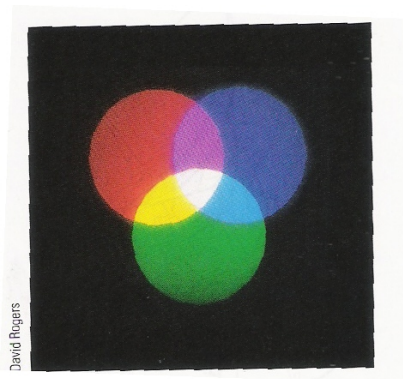
3. การผสมแสงสี

การผสมแสงสี เป็นการนำเอาแสงสีต่าง ๆ มารวมกันบนฉากสีขาว จะได้แสงสีต่าง ๆ เกิดขึ้น

แสงสีปฐมภูมิ (Primary Color) เป็นแสงสีที่ไม่สามารถจะนำแสงสีอื่นใดมาผสมกันให้เหมือนได้ ได้แก่ แสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสงสีเขียว

แสงสีทุติยภูมิ (Secondary Color) เป็นแสงสีที่เกิดจากการนำเอาแสงสีปฐมภูมิมาผสมกัน ได้แก่ แสงสีเหลือง (แสงสีแดง+แสงสีน้ำเงิน) แสงสีแสดม่วงหรือแสงสีม่วง (แสงสีแดง+แสงสีน้ำเงิน) และแสงสีน้ำเงินเขียวหรือแสงสีฟ้า (แสงสีน้ำเงิน+แสงสีเขียว)

แสงสีเติมเต็ม (Complementary Color) เป็นแสงสีที่คู่ใดผสมกันแล้วเป็นแสงขาว ได้แก่ แสงสีเหลือง+แสงสีน้ำเงินได้แสงสีขาว แสงสีน้ำเงินเขียว+แสงสีแดงได้แสงสีขาว แสงสีแสดม่วง+แสงสีเขียวได้แสงสีขาว แสงสีแดง+แสงสีเขียว+แสงสีน้ำเงินได้แสงสีขาว



รูปที่ 70 การผสมแสงสี

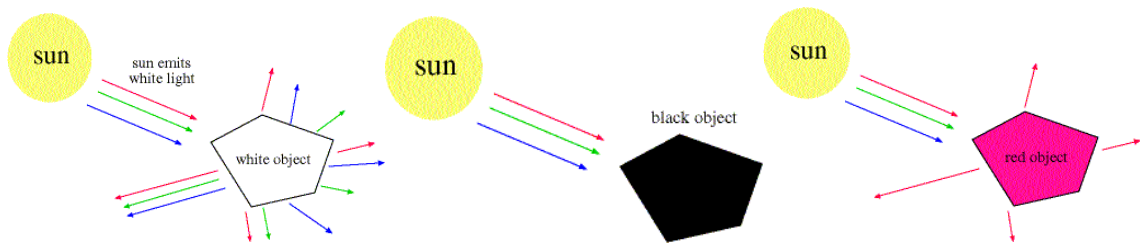
การผสมแสงสี(Addition of colors) เป็นวิธีรวมแสงสีปฐมภูมิตั้งแต่ 2 แสงสีเป็นต้นไปแล้วเกิดแสงสีประกอบขึ้น เช่นเมื่อฉายแสงสีแดงและสีเขียวที่มีความเข้มเท่ากันไปรวมกันบนฉากจะเห็นเป็นแสงสีเหลือง แสงสีเหลืองจึงเป็นแสงสีประกอบ การผสมแสงสีต่าง ๆ เป็นไปตามสามเหลี่ยมของแมกซ์เวลล์

สีแดง + สีน้ำเงิน + สีเขียว	(ในอัตรา 1:1:1)	ได้ สีขาว(White)
สีแดง + สีเขียว	(ในอัตรา 1:1)	ได้ สีเหลือง(Yellow)
สีน้ำเงิน + สีเขียว	(ในอัตรา 1:1)	ได้ สีฟ้าแกมเขียว(Cyan)
สีแดง + สีน้ำเงิน	(ในอัตรา 1:1)	ได้ สีม่วง(Magenta)

แสงสีตรงกันข้ามกันรวมกันด้วยอัตราส่วนเท่ากันจะได้แสงสีขาวและแสงสีทั้งสองเป็นแสงสีเติมเต็มซึ่งกันและกัน เช่นแสงสีแดงเป็นแสงสีเติมเต็มของแสงสีน้ำเงินแกมเขียว แสงสีม่วงเป็นแสงสีเติมเต็มของแสงสีเขียว ในเครื่องรับโทรทัศน์สีจะต้องมีหลอดสี 3 หลอดตามแสงสีปฐมภูมิคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน

สีของวัตถุ

การที่เรามองเห็นวัตถุได้เนื่องจากมีแสงเดินทางจากวัตถุนั้นเข้าตาเรา วัตถุที่มีผิวเป็นสีใด ๆ ก็จะมีสมบัติในการสะท้อนแสงสีนั้นได้ดี จึงทำให้เราเห็นสีของวัตถุได้ ภายใต้อสงขาวหรือแสงอาทิตย์เราจะเห็นเป็นสีต่าง ๆ ของวัตถุได้ชัดเจน เช่น เห็นใบไม้สีเขียวได้เนื่องจากใบไม้สะท้อนแสงสีเขียวได้ดีและดูดกลืนแสงสีอื่น ๆ ไว้ได้มาก วัตถุแสงขาวสามารถสะท้อนแสงสีได้ดีทุกสีแต่วัตถุสีดำกลับดูดกลืนแสงสีต่าง ๆ ไว้หมด การมองวัตถุสีต่าง ๆ ภายใต้อสงสีใดสีหนึ่งจะทำให้เห็นสีของวัตถุแตกต่างออกไป



รูปที่ 71 การมองเห็นสีของวัตถุ

ที่มา : <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter4/color.html>

การเห็นสีของวัตถุขึ้นอยู่กับสิ่งดังต่อไปนี้ คือ

1. แสงสีที่มาจากกระทบกับวัตถุและสะท้อนเข้าสู่เนตนา
2. ตัวสีของวัตถุที่ดูดกลืนแสงสี
3. เนตนาที่ปกติ

สีของวัตถุที่บ่งแสง การที่จะเห็นวัตถุที่บ่งแสงว่าเป็นสีอะไรขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการสะท้อนแสงสีของวัตถุนั้นว่าจะสะท้อนแสงสีอะไรมาเข้าตา เช่น เห็นปกสมุดเป็นสีฟ้าแสดงว่าปกสมุดจะดูดกลืนแสงสีอื่นหมดสะท้อนเฉพาะสีฟ้ามาเข้าตา ถ้าวัตถุใดดูดกลืนแสงสีทุกสีไม่สะท้อนแสงใด ๆ เลยจะเห็นวัตถุเป็นสีดำ

สีของวัตถุโปร่งใส เช่น กระจกแก้ว แก้วสี การที่จะเห็นวัตถุโปร่งใสว่าเป็นสีอะไรขึ้นกับคุณสมบัติในการหักเหแสงว่าจะหักเหแสงสีอะไรเข้าตาเรา เช่น แก้วสีม่วงจะยอมให้แสงสีแดงและสีน้ำเงินเท่านั้นหักเหผ่านแก้วเข้าตาเราในอัตราส่วนเท่า ๆ กัน ดังนั้นสี(Color) จึงเป็นคุณสมบัติของแสงที่เกี่ยวข้องกับความถี่ของคลื่นแสงโดยตรง ไม่ใช่คุณสมบัติของวัตถุนั้น

ตารางที่ 12 การเห็นแสงสีของวัตถุเมื่อฉายแสงสีอื่นๆ ไปยังวัตถุ

สีของวัตถุในแสงขาว	สีที่สังเกตเห็นในแสงสี			
	แดง	เขียว	น้ำเงิน	เหลือง
ขาว	แดง	เขียว	น้ำเงิน	เหลือง
แดง	แดง	แดงทึบ	แดงม่วง	แดง
เขียว	ดำ	เขียว	เขียวทึบ	เขียว
น้ำเงิน	ดำ	เขียวทึบ	น้ำเงิน	ม่วง
เหลือง	ส้ม	เขียวเหลือง	เขียว	เหลือง
ดำ	ดำ	ดำ	ดำ	ดำ

4. ปรากฏการณ์ธรรมชาติของแสง

ในวันที่อากาศร้อนจัดบางครั้งเมื่อท่านนั่งรถไปตามถนนจะเห็นเหมือนมีน้ำท่วมอยู่หรือบางครั้งได้ข่าวเกี่ยวกับงานบิน หลังฝนตกมักจะเห็นรุ้งกินน้ำพาดไปตามท้องฟ้า ปรากฏการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นมาได้ อย่างไร

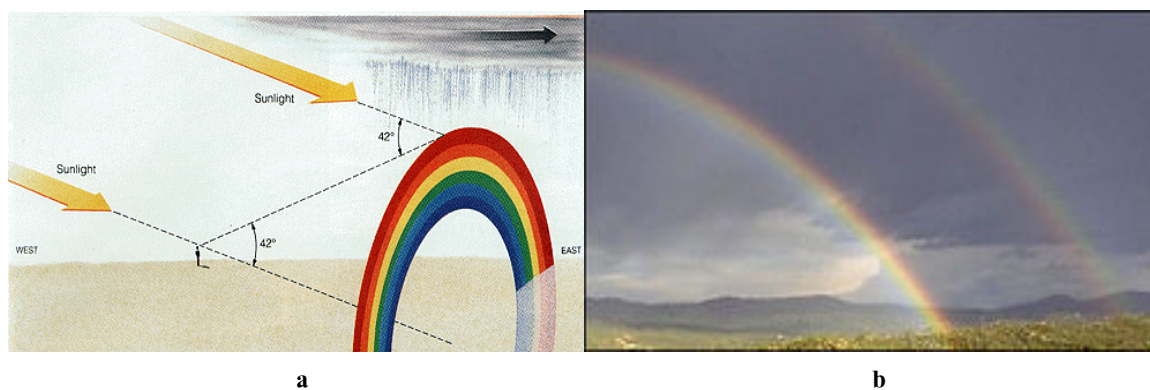
4.1 รุ้งกินน้ำ (Rainbow)

รุ้งกินน้ำเกิดจากการกระจายของแสงเมื่อผ่านหยดน้ำ รุ้งกินน้ำมักจะเกิดหลังฝนตก เมื่อมีแสงอาทิตย์ฉายมาทางด้านหลังของผู้สังเกต เมื่อรังสีจากแสงอาทิตย์ผ่านเข้าไปในหยดน้ำฝนจะเกิดการหักเห สะท้อนที่ผิวหลังแล้วหักเหอีกครั้งก่อนออกสู่อากาศ การกระจายแสงสีต่าง ๆ จะเกิดขึ้นทุกครั้งที่มีการหักเห ทำให้เกิดวงแหวนสีรุ้ง โดยมีสีแดงอยู่ด้านนอก ด้านในเป็นแสงสีม่วง ระหว่างแสงสีทั้งสองเป็นแสงสีต่าง ๆ ในสเปกตรัม คือ สีส้ม สีเหลือง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีคราม เราเรียกว่ารุ้งกินน้ำปฐมภูมิ คนที่อยู่บนเครื่องบินจะเห็นวงแหวนสีรุ้งนี้ครบวง แต่ถ้ามองจากพื้นดินจะเห็นเฉพาะส่วนบนของวงแหวนเป็นรูปโค้ง ถ้าแสงที่มากกระทบหยดน้ำทำมุมใหญ่กว่า 45 องศาจะทำให้เกิดการสะท้อนภายในหยดน้ำสองครั้ง ก่อนกระจายออกสู่ภายนอกทำให้เกิดรุ้งกินน้ำทุติยภูมิ ซึ่งจะมีแสงสีเรียงตรงข้ามกับรุ้งกินน้ำปฐมภูมิ เนื่องจากแสงบางส่วนหักเหจากหยดน้ำในการสะท้อนแต่ละครั้ง ทำให้รุ้งกินน้ำทุติยภูมิมีสีจางกว่ารุ้งกินน้ำปฐมภูมิ

ในการมองเห็นรุ้งกินน้ำนั้นบางครั้งอาจมองเห็นแสงสีม่วงอยู่ขอบบนของส่วนโค้งของรุ้งและเห็นแสงสีแดงอยู่ขอบล่าง แต่ในบางครั้งอาจมองเห็นแสงสีแดงอยู่ขอบบนและเห็นแสงสีม่วงอยู่ขอบล่างก็ได้

โดยปกติเราจะมองเห็นรุ้งกินน้ำมีลักษณะเป็นโค้งวงกลมหรืออาจเห็นมากกว่าหรือน้อยกว่าครึ่งวงกลมก็ได้ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่เรามองดู โดยความเป็นจริงแล้วในบรรยากาศมีละอองน้ำอยู่จำนวนมาก และจะเกิดปรากฏการณ์หักเหและสะท้อนของแสงซึ่งได้กล่าวมาแล้ว แต่อยู่ในตำแหน่งที่สายตาของเราไม่อาจมองเห็นได้ ดังนั้นสิ่งที่เรามองเห็นรุ้งกินน้ำที่ปรากฏแก่สายตา นั้น เป็นเพียงปรากฏการณ์ส่วนหนึ่งที่อยู่ในตำแหน่งที่พอเหมาะกับการมองเห็นของนัยน์ตาของเราเท่านั้น

บางครั้งอาจเห็นรุ้งกินน้ำ 2 ตัวพร้อมกัน โดยตัวแรกอยู่ข้างล่างเรียกว่า รุ้งปฐมภูมิ และตัวที่สอง อยู่ข้างบนเรียกว่า รุ้งทุติยภูมิ ดังรูปข้างล่างนี้



รูปที่ 71 a) แสดงการเกิดรุ้งกินน้ำ b) รุ้งกินน้ำปฐมภูมิและรุ้งกินน้ำทุติยภูมิ

ที่มา : <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter4/color.html>

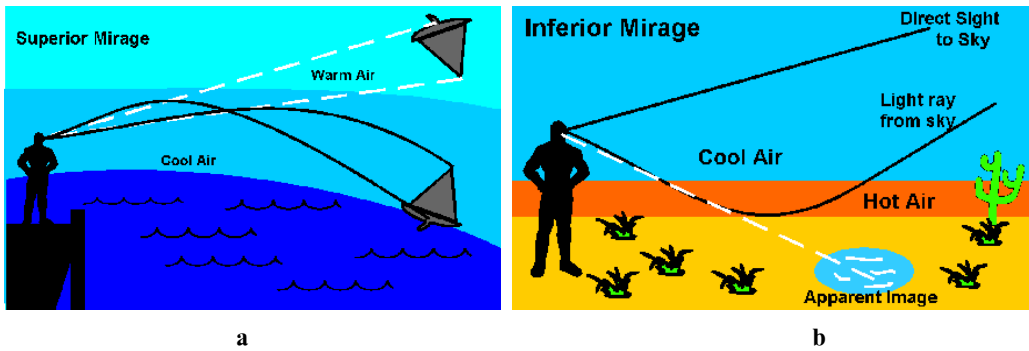
4.2 ภาพลวงตา (Mirage)

เป็นปรากฏการณ์หักเหของแสงผ่านชั้นบรรยากาศที่มีความหนาแน่นต่างกัน มักจะพบมากในทะเลทราย แอบยูโรป อเมริกา หรือบริเวณขั้วโลก ปรากฏการณ์นี้ก่อให้เกิดความเข้าใจไม่ถูกต้องแก่มนุษยชาติทั้งในอดีตและปัจจุบัน ซึ่งแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่ามนุษย์ทุกคนควรมีความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์บ้างพอสมควร เช่น ในสมัยโบราณ (พ.ศ.2449) นักสำรวจชาวอเมริกันชื่อ โรเบิร์ต อี เนียร์ ผู้สำรวจขั้วโลกเหนือเป็นคนแรก ค้นพบแนวเขาทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งห่างออกไป 120 ไมล์จากตำแหน่งที่เขาสังเกต เขาได้บันทึกตำแหน่งและให้ชื่อว่า Crooker Land ต่อมา พ.ศ. 2456 คณะสำรวจซึ่งนำโดย โคนัลด์ บี แมคมิกสัน ได้ออกสำรวจหา Crooker Land เมื่อเดินทางใกล้ Crooker Land ในระยะ 30 ไมล์ Crooker Land ก็หายไป ความจริงแล้วดินแดนนั้นไม่มีจริงเป็นเพียงมirageแบบที่มีการหักเหซับซ้อนที่เรียกว่า

ฟาทาโมการ์นา (Fata Morgana) มนุษย์ต้องเสียเวลาถึงครึ่งศตวรรษในการค้นหาภาพลวงตานี้

แม้ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์จะเจริญก้าวหน้าและมนุษย์มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นก็ยังมีผู้พบวัตถุ ลึกลับซึ่งไม่แน่ชัดว่าเป็นอะไรปรากฏบนท้องฟ้าบ้าง บนผิวโลกในระยะไกลบ้าง ซึ่งวัตถุลึกลับนี้เรียกว่าจานบิน (Unidentified object :UFO) เช่นในฤดูหนาวประเทศในแถบยุโรปและอเมริกาจะมีฝูงนกเป็ดน้ำบินอพยพข้ามทวีปในเวลา กลางคืน เพื่อหลบลมหนาวจากขั้วโลกเหนือมาหาถิ่นทางขั้วโลกใต้ เมื่อผ่านเขตตัวเมืองแสงไฟที่มากกระทบนกเป็ดน้ำจะ หักเหผ่านชั้นบรรยากาศทำให้เกิดภาพมिरาจเป็นจุดขาว ๆ เป็นกลุ่ม ผู้คนที่อยู่ข้างล่างจะเห็นเหมือนฝูงจานบินบินเกาะเป็น หมู่ผ่านไปบนท้องฟ้า นอกจากนี้ยังมีปรากฏการณ์ UFO อื่น ๆ เกิดขึ้นเนื่อง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นมिरาจ มิราจที่พบโดยทั่ว ๆ ไป แบ่งได้เป็นสองแบบ

- 1) **แบบซูพีเรียร์ (Superior)** จะเกิดขึ้นเมื่อบรรยากาศที่อยู่ใกล้ผิวโลกเย็นกว่า ยิ่งสูงขึ้นไปอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น ภาพมिरาจแบบนี้จะเหมือนวัตถุแต่อยู่สูงกว่าตำแหน่งของวัตถุจริง มักจะเกิดในฤดูหนาวหรือในเมืองหนาว เช่นในยุโรป และอเมริกา มิราจแบบนี้ทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นUFOได้ง่าย อาจเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Looming
- 2) **แบบอินฟีเรียร์ (Inferior)** เกิดขึ้นเมื่ออากาศที่อยู่ใกล้ผิวโลกร้อนกว่าบรรยากาศที่อยู่สูงขึ้น ภาพที่เกิด จากมิราจแบบนี้อยู่ต่ำกว่าตำแหน่งของวัตถุจริงและบนผิวที่เกิดภาพจะเห็นคล้ายผิวน้ำมักจะพบมากบริเวณทะเลทราย



รูปที่ 72 a) การเกิดภาพลวงตาแบบซูพีเรียร์ b) การเกิดภาพลวงตาแบบอินฟีเรียร์

ที่มา : <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter4/color.html>



รูปที่ 73 มองเห็นมีน้ำบนถนนเป็นภาพลวงตาแบบอินฟีเรียร์

ที่มา : <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter4/color.html>

4.3 สีของท้องฟ้า

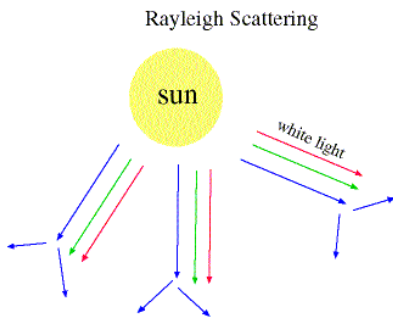
เป็นปรากฏการณ์บนท้องฟ้าเนื่องจากแสงอาทิตย์ส่องมาตกกระทบอนุภาคในอากาศ ทำให้แสงมีการ สะท้อนออกไปทุกทิศทาง กระจายกระจายไปรอบ ๆ อนุภาคนั้น เรียกว่า “การกระเจิงของแสง” แสงสีน้ำเงินและสีม่วงมี

ความยาวคลื่นสั้นจะกระเจิงได้มากกว่าแสงสีแดงและสีอื่น ๆ ซึ่งมีความยาวคลื่นยาวกว่า ในวันที่มีอากาศโปร่งเราจะเห็นท้องฟ้าเป็นสีน้ำเงิน เพราะแสงสีม่วงกระจัดกระจายแผ่เต็มท้องฟ้า

ดวงอาทิตย์ขณะขึ้นหรือตกจะมีสีแดง เนื่องจากขณะนั้นดวงอาทิตย์อยู่ตรงขอบฟ้าพอดีซึ่งเป็นตำแหน่งไกลสุดจากนัยน์ตาเรา เมื่อเรามองไปที่ดวงอาทิตย์แสงขาวจากดวงอาทิตย์กว่าจะมาเข้าตาเราต้องผ่านชั้นบรรยากาศที่มีความหนาแน่นมากกว่าตำแหน่งอื่น ๆ ที่อยู่สูงจากขอบฟ้าขึ้นไป แสงที่มีความยาวคลื่นสั้น (ม่วง,น้ำเงิน) ส่วนใหญ่จะกระจัดกระจายไปข้าง คงเหลือแต่แสงสีที่มีความยาวคลื่นมาก (แดง,แดง) มาเข้าตาเรา จึงทำให้เห็นดวงอาทิตย์มีสีแดงหรือสีส้ม ชาวบ้านเรียกว่า “ผิวดอกฟ้าอ้อม” ส่วนบริเวณที่อยู่สูงกว่าขอบฟ้ามาก ๆ โดยเฉพาะตอนเที่ยงวันแสงขาวผ่านชั้นบรรยากาศน้อย เพราะดวงอาทิตย์อยู่ใกล้โลกเรามากที่สุด แสงขาวเกิดการกระจัดกระจายน้อย ทุกแสงสีอาจผ่านเข้ามายังตาเราได้จึงเห็นแสงอาทิตย์ค่อนข้างขาว นักวิทยาศาสตร์ได้ตั้งเป็นทฤษฎีของแสงไว้ว่า “แสงที่มีความยาวคลื่นสั้นเมื่อมากระทบกับอนุภาคขนาดเล็กในชั้นบรรยากาศจะเกิดการกระเจิงได้มากกว่าแสงสีที่มีความยาวคลื่นยาวมากกว่า”

ก่อนเมฆที่ลอยอยู่บนท้องฟ้าบางครั้งจะเห็นเป็นสีดำทึบ แต่บางครั้งเห็นเป็นสีขาวเนื่องจากเมฆเป็นกลุ่มของละอองน้ำขนาดใหญ่ เมื่อมีแสงมาตกกระทบ ทุกสีจึงกระจัดกระจาย (กระเจิง) ออกมาได้เท่ากันหมด ทำให้แสงสีต่าง ๆ รวมกันเป็นแสงขาวเหมือนเดิม เราจึงเห็นเมฆเป็นสีขาว

ในชั้นบรรยากาศเป็นที่ว่างเปล่า ไม่มีอนุภาคใด ๆ อยู่เลยจึงไม่มีอนุภาคที่ทำให้เกิดการกระเจิงของแสงมายังตาเรา ดังนั้นนักบินที่อยู่ในยานอวกาศจึงมองเห็นท้องฟ้าเป็นสีดำ



a

b

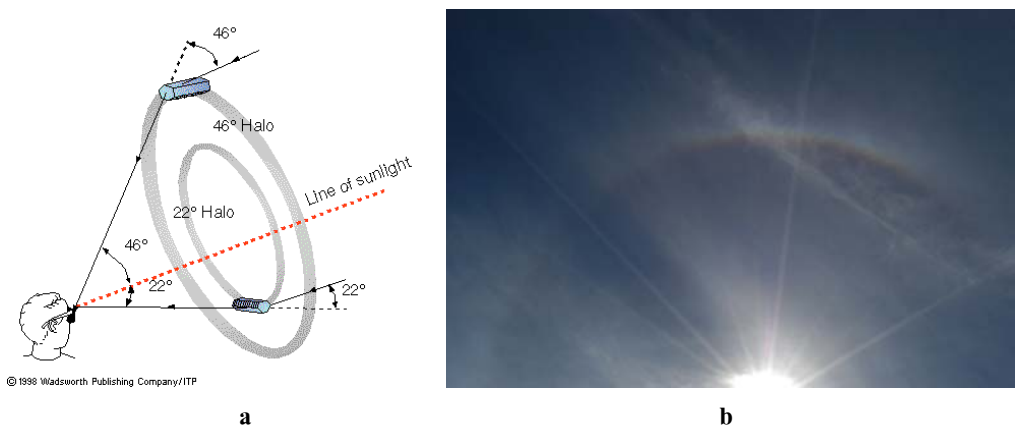
รูปที่ 74 a) หลักการกระเจิงของแสง b) การกระเจิงของแสงเมื่อผ่านหมอกควัน
ที่มา : <http://en.wikipedia.org/wiki/Light>

4.4 พระอาทิตย์ทรงกลด

มีลักษณะเป็นวงแสงหลาย ๆ วงอยู่รอบดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ในขณะที่เต็มดวงแสงสีแต่ละวงมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 1-10 องศา วงแสงสีแดงอยู่รอบนอกสุด เห็นได้ชัดเจนมาก แต่จะค่อย ๆ จางลงในวงถัดเข้ามาถึงวงในสุดจะเห็นเป็นสีเขียวจาง ๆ เกือบขาว ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า พระอาทิตย์ทรงกลดและพระจันทร์ทรงกลดเกิดขึ้นในเวลาต่างกัน แต่วิธีการคล้ายคลึงกัน ก่อนที่จะปรากฏให้เห็นเป็นวงสีต่าง ๆ จะเห็นมีเมฆลอยอยู่รอบ ๆ บริเวณนั้น ภายในก้อนเมฆจะมีละอองน้ำเกาะตัวกันอยู่จำนวนมากมาย บริเวณที่เย็นจัดภายในกลุ่มเมฆจะมีผลึกของน้ำแข็งเมื่อแสงขาวมาตกกระทบผลึกของน้ำแข็งซึ่งเรียงกันตามแนวเส้นโค้งของวงกลมก็จะเกิดการหักเหและสะท้อนกลับหมด

ภายในผลึกน้ำแข็ง แล้วจึงหักเหมาสู่บรรยากาศภายนอก แสงสีที่หักเหออกมาจะมีการกระจายเป็นสเปกตรัมทำมุมพอเหมาะกับนัยน์ตาเราจึงมองเห็นเป็นวงแหวนแสงสีต่าง ๆ ขนาดกว้าง หรือเห็นเป็นสีขาวนวลรอบดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ ส่วนผลึกน้ำแข็งที่เรียงตัวในแนวอื่นจะไม่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว

ปรากฏการณ์นี้ในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า คอโรนา (Coronas) ซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดการเชื่อถือผีสิงและโชคลางต่าง ๆ กันงมภายในสมัยโบราณกาล แต่ทว่าวงแสงดวงอาทิตย์เห็นได้ยาก นาน ๆ ครั้งจะปรากฏครั้งหนึ่งเนื่องจากความสว่างจ้ามากของแสง สำหรับวงแสงดวงจันทร์จะเห็นได้ชัดเจนมากกว่าในวันที่มีอากาศแจ่มใสและมีเมฆบาง ๆ แผ่ทั่ว ๆ ไปในท้องฟ้า และเนื่องจากเกิดในเวลากลางคืนที่พระจันทร์เต็มดวงท้องฟ้ามืดจึงสามารถมองเห็นวงแสงสีรอบดวงจันทร์ได้ชัดเจน



รูปที่ 75 a) หลักการเกิดพระอาทิตย์ทรงกลด b) พระอาทิตย์ทรงกลด
ที่มา : <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter4/color.html>

วิธีสอนและกิจกรรม		
บรรยายประกอบการซักถาม และหาตัวอย่างประกอบ		
สื่อการสอน	เอกสารอ้างอิง	หมายเลข 9, 11, 13, 14, 16, 32
	เอกสารประกอบ	เอกสารการสอน(sheet) เรื่องมนุษย์และวิทยาศาสตร์กายภาพ
	วัสดุทัศน	Power Point สไลด์ที่ 10
งานที่มอบหมาย		
ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด		
การวัดผล		
ซักถามในชั้นเรียน และจากคำตอบของแบบฝึกหัด		

คำถามประจำหน่วยเรียนที่ 6.1, 6.2 และ 6.2

1. จงอธิบายหลักการสะท้อนกลับหมด
2. ค่าดัชนีหักเหของสารใด ๆ จะเป็นตัวบอกสมบัติใดของสารนั้น
3. แผ่นโพลาไรซ์คืออะไร มีสมบัติอย่างไร
4. แสงสีปฐมภูมิมิหมายถึงอะไร ได้แก่อะไรบ้าง
5. การที่เรามองเห็นสีของวัตถุโปร่งใสเกิดจากอะไร
6. การที่เรามองเห็นสีของวัตถุทึบแสงเกิดจากอะไร
7. ถ้าวางดอกกุหลาบสีแดงบนผ้ากำมะหยี่สีน้ำเงินเราจะมองเห็นดอกกุหลาบเป็นสีอะไร เพราะเหตุใด
8. โพลาริเซชันคืออะไร
9. จงยกตัวอย่างปรากฏการณ์ การแทรกสอดของแสง
10. การที่เรามองเห็นวัตถุเป็นสีขาวเพราะอะไร

แบบทดสอบประจำบทเรียนที่ 6.1, 6.2 และ 6.2

1. การหักเหของแสงเกิดจาก

ก. ความเร็วของแสงเปลี่ยนไป	ข. ความยาวคลื่นแสงเปลี่ยนไป
ค. การเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง	ง. ถูกทุกข้อ
2. แสงอาทิตย์ใช้เวลาเดินทางมายังโลกกี่นาที

ก. 4	ข. 6
ค. 8	ง. 10
3. การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อใด

ก. แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า	
ข. แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าไปตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า	
ค. ตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมาก	
ง. ตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อย	
4. เมื่อแสงเดินทางผ่านเข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากขึ้น แสงจะมีความเร็ว

ก. ลดลง	ข. เพิ่มขึ้น
ค. เท่าเดิม	ง. ไม่แน่นอนขึ้นกับสี
5. รังสีของแสงจะผ่านทะลุแท่งวัตถุโปร่งใสไปโดยไม่มีหักเหเมื่อใด

ก. แสงตกกระทบบนวัตถุในแนวตั้งฉากกับพื้นผิว	
ข. แสงตกกระทบบนวัตถุในแนวที่ไม่ตั้งฉากกับพื้นผิว	
ค. แสงตกกระทบบนวัตถุในแนวขนานกับพื้นผิว	
ง. แสงตกกระทบบนวัตถุในแนวทำมุม 45 องศากับพื้นผิว	
6. ข้อความใดกล่าวเกี่ยวกับค่า “ดัชนีหักเห” ได้ไม่ถูกต้อง

ก. คือ ค่าจำเพาะของตัวกลางใด ๆ ซึ่งมีผลต่ออัตราเร็วของแสงที่เดินทางผ่าน	
ข. เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากจะมีความเร็วลดลง	
ค. แสงเดินทางผ่านตัวกลาง 2 ชนิด ที่มีค่าดัชนีหักเหต่างกันแต่อัตราเร็วของแสงจะคงที่	
ง. ค่าดัชนีหักเหของแสงในเพชรมากกว่าแก้ว เมื่อเปรียบเทียบกับอากาศเหมือนกัน	

จากข้อมูลข้างล่างนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 7 – 9

สาร	ค่าดัชนีหักเหเมื่อเทียบกับสุญญากาศ
อากาศ	1.00029
น้ำแข็ง	1.300
น้ำที่ 20 องศาเซลเซียส	4/3
แก้ว	1.5

7. แสงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน ความเร็วของแสงในตัวกลางใดมากที่สุด

ก. อากาศ	ข. น้ำแข็ง
ค. น้ำที่ 20 องศาเซลเซียส	ง. แก้ว

18. การมองเห็นสีใดหมายถึง
- การที่สีนั้นสะท้อนเข้าตา สีอื่น ๆ ถูกดูดกลืนไว้หมด
 - การผสมสีเนื่องจากแสงสีขาวกับสีอื่น ๆ
 - การที่รังสีสะท้อนจากสีนั้น เกิดการสะท้อนกลับหมด
 - ปรากฏการณ์การสะท้อนกลับหมดของสีนั้น
19. แสงขาวเกิดการหักเหแยกกระจายออกเป็นแถบแสงสีต่าง ๆ ต่อเนื่องกันเราเรียกว่า
- แถบสีปฐมภูมิ
 - แถบสีทุติยภูมิ
 - แถบการแทรกสอด
 - แถบสเปกตรัมของแสง
20. แสงสีใดมีความถี่สูงที่สุด
- สีแดง
 - สีม่วง
 - สีดำ
 - สีขาว
21. รุ้งกินน้ำเกิดจากอะไร
- การสะท้อนของแสง
 - การหักเหของแสง
 - หยดน้ำ
 - ถูกทุกข้อ
22. เราสังเกตเห็นท้องฟ้าเป็นสีฟ้าหรือสีน้ำเงินเข้มสดใสนั้นเป็นผลเนื่องจากข้อใด
- พระอาทิตย์ทรงกลด
 - การกระเจิงของแสง
 - การสะท้อนกลับหมด
 - ปรากฏการณ์ไฟเบอร์ออฟติก
23. แสงสีใดการกระเจิงได้ดีที่สุด
- แดง
 - ม่วง
 - เหลือง
 - เขียว
24. มิราจ (Mirage) เป็นปรากฏการณ์ทางแสงในธรรมชาติ เกิดจาก
- การหักเหและการแทรกสอด
 - การสะท้อนกลับหมดและการเลี้ยวเบน
 - การสะท้อนและการแทรกสอด
 - การสะท้อนกลับหมดและการหักเห
25. แสงเลเซอร์ผ่านเส้นใยนำแสง (Fiber Optics) ได้โดยใช้หลักการใด
- การสะท้อนกลับหมด
 - การหักเห
 - การเลี้ยวเบน
 - การกระเจิง
26. จากคำกล่าวต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง
- รุ้งปฐมภูมิ มีการหักเห 1 ครั้ง
 - รุ้งปฐมภูมิ แสงสีแดงอยู่ด้านบน
 - รุ้งทุติยภูมิ มีแสงความยาวคลื่นน้อย(แสงสีแดง)อยู่ด้านล่าง
 - รุ้งทุติยภูมิ มีการสะท้อนกลับหมดภายในละอองน้ำถึง 2 ครั้ง

