




เอกสารประกอบการสอน  
407-11-15 หลักฟิสิกส์ (Principles of Physics)  
กลุ่มเรียน CSS15541N  
ปีการศึกษา 2/2555

## บทที่ 14

### แสง

อาจารย์ผู้สอน: ดร. พนิดา หล่อวงศ์ตระกูล  
ติดต่อทาง email: dang\_phy@hotmail.com  
ห้องทำงาน: อาคาร 17 ชั้น 3  
โทร: 081-645-3095

## เอกสารอ้างอิง

- R.A.Serway,Jewett, Physics for scientist and engineers, 6th Ed., Brook/Cole, Singapore, 2004.
- เว็บไซต์ต่างๆ เช่น  
<http://www.rmutphysics.com/>  
<http://science.sut.ac.th/physics/>  
[http://www.mwit.ac.th/~astronomy/astro\\_m4/lesson5.pdf](http://www.mwit.ac.th/~astronomy/astro_m4/lesson5.pdf)

## แสง

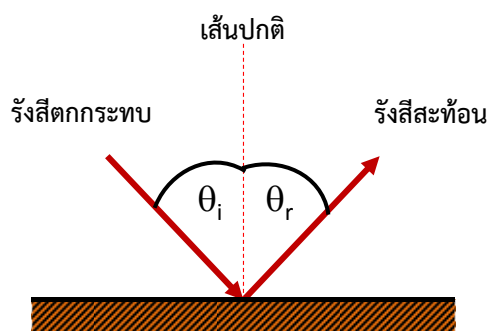
### ธรรมชาติของแสง

- แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- อัตราเร็วแสง  $3 \times 10^8$  m/s
- สมบัติเหมือนคลื่นตามขวางทั่วไป เช่น การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การแทรกสอด
- แสงโดยปกติจัดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ไม่โพลาไรซ์

## การสะท้อนของแสง

กฎการสะท้อนของแสง (The Laws of Reflection) มี 2 ข้อ ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติจะอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน



## การหักเหของแสง

### กฎการหักเหของแสง

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเห อยู่ในระนาบเดียวกัน
2. ความเร็ว ความยาวคลื่นของแสงจะเปลี่ยนไป แต่ความถี่ของแสงไม่เปลี่ยน
3. เป็นไปตามกฎของสเนลล์

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

## การหักเหของแสง

### การหักเหของแสงเกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ

1. การหักเหเข้าหาเส้นแนวฉาก เกิดขึ้นเมื่อ
  - แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก
  - หรือ - แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหต่ำไปสู่ตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมาก
  - หรือ - แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความเร็วมากไปสู่ตัวกลางที่มีความเร็วต่ำ
2. การหักเหออกจากเส้นแนวฉาก เกิดขึ้นเมื่อ
  - แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย
  - หรือ - แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหสูงไปสู่ตัวกลางที่มีดัชนีหักเหต่ำ
  - หรือ - แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความเร็วต่ำไปสู่ตัวกลางที่มีความเร็วมาก

ต.ย. แสงเดินทางออกจากแก้วควรรันสู่อากาศ ทำมุมตกกระทบ  $30^\circ$  ที่ผิวรอยต่อระหว่างแก้วควรรันกับอากาศมุมหักเหเป็นเท่าใด กำหนดดรรชนีหักเหของอากาศเท่ากับ 1 และดรรชนีหักเหของแก้วควรรัน 1.52

วิธีทำ ใช้กฎของสเนลล์หามุมหักเห

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

$$1.52 \sin 30^\circ = 1 \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{1.52 \times 0.5}{1} = 0.76$$

$$\theta_2 = 49.5^\circ$$

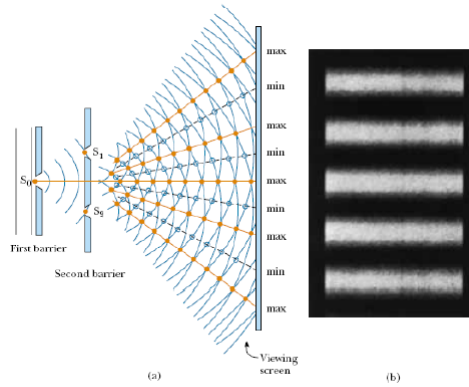
คำตอบ แสงที่ออกจากแก้วควรรันจะหักเหทำมุม  $49.5$  องศา

### ความเร็วของแสง และดัชนีหักเหของสารต่าง

ชื่อสาร	ความเร็ว ( $\times 10^8$ m/s)	ดัชนีหักเห (c/v)
สุญญากาศ	$c = 2.997925$	1.0
อากาศ	2.99706	1.00029
คาร์บอนไดออกไซด์	2.99658	1.00045
อีเธียม	2.99782	1.000034
น้ำ ( $20^\circ$ ซ)	2.2490	1.3330
เอซิลแอลกอฮอล์	2.2016	1.3617
เมซิลแอลกอฮอล์	2.2555	1.3292
เบนซีน	1.9968	1.5014
คาร์บอนไดซัลไฟด์	1.8415	1.6279
น้ำเชื่อม 50%	2.1112	1.4200
แก้ว, light crown	1.976	1.517
แก้ว, dense crown	1.888	1.588
แก้ว, light flint	1.899	1.579
แก้ว, heavy flint	1.820	1.647
ฟลูออไรท์	2.091	1.434
เพชร	1.240	2.417

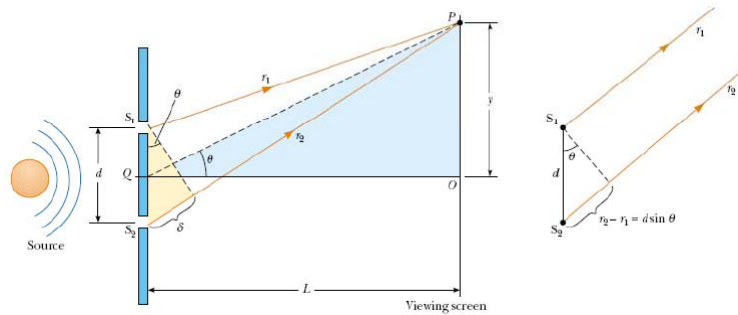
## การแทรกสอดของแสง

ปี พ.ศ. 2344 โทมัส ยัง พบว่าแสงเป็นคลื่นเพราะมีสมบัติการแทรกสอด เช่นเดียวกับคลื่นอื่นๆ



การแทรกสอดด้วยวิธีของยัง : แสงอาพันธ์เคลื่อนที่ผ่านช่องแคบคู่

## การแทรกสอดของแสง

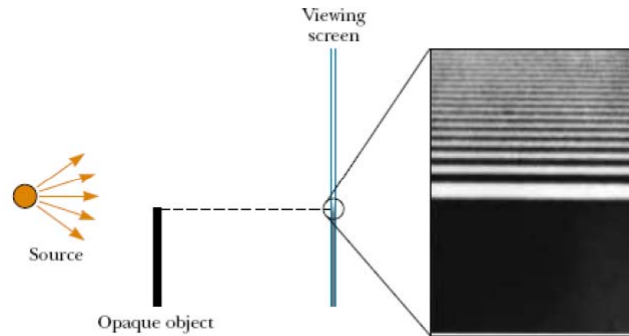


ผลการแทรกสอดของแสงเกิดริ้วสว่างและมืด พบว่าระยะการเดินทางออกจากช่อง S1 และ S2 ต่างกันเท่ากับ  $d \sin \theta$

สำหรับ	แถบสว่าง	$d \sin \theta = n \lambda$	เมื่อ $n = 0, 1, 2, \dots$
	แถบมืด	$d \sin \theta = (n + \frac{1}{2}) \lambda$	เมื่อ $n = 0, 1, 2, \dots$

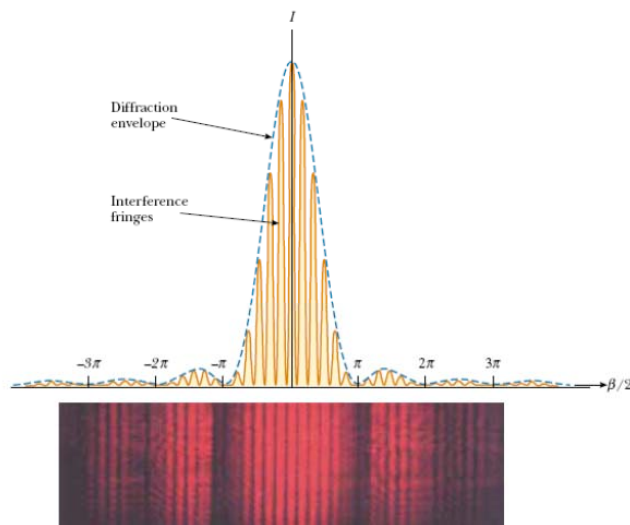
## การเลี้ยวเบนของแสง

เมื่อแสงเดินทางผ่านสลิตเดี่ยว จะทำให้เกิดการเลี้ยวเบนแสงเกิดขึ้น มีผลทำให้เกิดแถบสว่างกลางมีขนาดกว้าง และทั้งสองข้างถัดจากแถบสว่างกลางยังมีแถบมืดแถบสว่างสลับกันไป



## การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง-สลิตคู่

กรณีแสงผ่านจะเกิดทั้งการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดเสมอ



## ทัศนอุปกรณ์

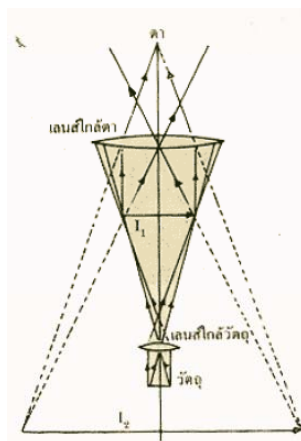
**กล้องโทรทรรศน์ (Telescope) หรือ กล้องดูดาว** ประกอบด้วย เลนส์นูนสองชุดทำงานร่วมกัน หรือ กระจกเงาเว้าทำงานร่วมกับเลนส์นูน เลนส์นูนหรือกระจกเงาเว้าขนาดใหญ่ที่อยู่ด้านใกล้วัตถุทำหน้าที่รวมแสง ส่วนเลนส์นูนที่อยู่ใกล้ตาทำหน้าที่เพิ่มกำลังขยาย การเพิ่มกำลังรวมแสงช่วยให้ นักดาราศาสตร์มองเห็นวัตถุที่มีความสว่างน้อย การเพิ่มกำลังขยายช่วยให้นักดาราศาสตร์สามารถมองเห็นรายละเอียดของวัตถุมากขึ้น



## ทัศนอุปกรณ์

### กล้องจุลทรรศน์

ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อัน ถ้าปรับเลนส์ใกล้วัตถุให้ห่างจากวัตถุมากกว่าความยาวโฟกัสจะได้ภาพจริง  $I_1$  ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ภาพจริงนี้จะเกิดระหว่างเลนส์ทั้งสอง จะทำหน้าที่เป็นวัตถุของเลนส์ใกล้ตา ภาพ  $I_2$  ที่เกิดจากเลนส์นี้เป็นภาพเสมือนขนาดใหญ่กว่า  $I_1$  และเป็นภาพที่ตามองเห็น



## ความสว่าง

**ความสว่าง** อัตราการให้พลังงานแสงที่ตกกระทบพื้นที่ใดๆ ต่อพื้นที่รับแสง

$$E = \frac{F}{A}$$

E เป็นความสว่าง มีหน่วยเป็นลักซ์ (lx)

F เป็นอัตราการให้พลังงานแสง มีหน่วยเป็นลูเมน (lm)

A เป็นพื้นที่ที่รับแสง มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m<sup>2</sup>)

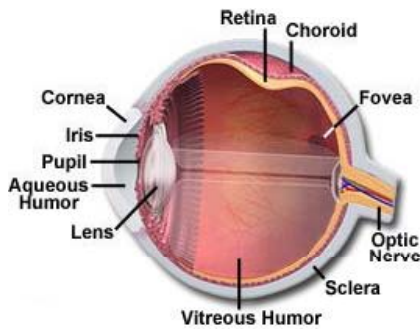
ด.ย. ติดหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 40 วัตต์ 3 หลอด มีประสิทธิภาพ 67.5 ลูเมนต่อวัตต์ไว้ในห้องสี่เหลี่ยม ที่มีขนาดกว้าง 2 เมตร ความสว่างของห้องนี้โดยเฉลี่ยจะมีค่าเท่าใด ถ้าอัตราการให้พลังงานและการสูญเสียไปที่ตัวสะท้อนแสง 500 ลูเมน

วิธีทำ	พื้นที่รับแสง	=	พื้นที่ของพื้นห้อง + พื้นที่ของผนังทั้งสี่ด้าน
		=	(2 x 3) + ((2 x 2 x 2) + (3 x 2 x 2))
		=	26 ตารางเมตร
	หลอดไฟฟ้านี้มีอัตราการให้พลังงานแสง	=	40 x 3 x 67.5
		=	8100 ลูเมน
	อัตราการให้พลังงานแสงที่ตกกระทบพื้นที่ทั้งหมด	=	8100 - 500 = 7600 ลูเมน
	เพราะฉะนั้นความสว่าง	=	7600 / 26
		=	292.3 ลักซ์



## องค์ประกอบของตา

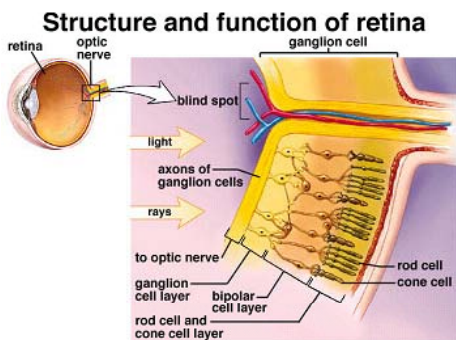
### ส่วนประกอบของตา



- เลนส์ตา (Lens)** เป็นเซลล์รับแสงจากวัตถุที่ต้องการมองเห็น
- จอตา (Retina)** เป็นเซลล์รับภาพของวัตถุ แล้วส่งผ่านประสาทตาไปยังสมอง
- ม่านตา (Iris)** ทำหน้าที่ปรับความเข้มของแสงไปตกลงบนเรตินาให้เหมาะสม
- รูม่านตา (Pupil)** เป็นช่องเปิดวงกลมที่สามารถปรับความกว้างได้ด้วยม่านตา
- กระจกตา (Cornea)** อยู่ด้านนอกสุดทำหน้าที่เป็นส่วนป้องกันลูกตา
- จุดบอดแสง (Blind spot)** เป็นบริเวณที่เส้นประสาทและเส้นเลือดผ่านเข้าสู่ย่นตาไม่มี เซลล์รูปแท่งและเซลล์รูปกรวยเลย ดังนั้นถ้าแสงตกบริเวณนี้เราจะมองไม่เห็นวัตถุนั้นเลย

<http://www.student.chula.ac.th/~54373060/page1.html>  
<http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/utaradit/yuwadee/eye1.html>  
<http://www.mvsc.ac.th/science/download/Componentsoftheeye.ppt>

## ตาและการมองเห็นสี



[http://club.yenta4.com/view\\_topic.php?type=content&club=5-2\\_Biology\\_PK&club\\_id=29692&table\\_id=1&cate\\_id=-1&post\\_id=267496](http://club.yenta4.com/view_topic.php?type=content&club=5-2_Biology_PK&club_id=29692&table_id=1&cate_id=-1&post_id=267496)

นัยน์ตามีเซลล์ประสาทรับแสงสี (Cones) 3 ชุด คือชุดที่มีความไวสูงสุดกับแสงสีแดง ชุดที่มีความไวสูงสุดกับแสงสีเขียว และชุดที่มีความไวสูงสุดกับแสงสีน้ำเงิน เซลล์ประสาทรับแสงสีทั้ง 3 ชุดนี้ จะมีความไวต่อแถบแสงสีในสเปกตรัมที่ตามองเห็นได้ แสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสงสีเขียว เรียกว่าเป็น แม่สี หรือ สีปฐมภูมิ (primary Color) ซึ่งถือว่าเป็นแสงสีบริสุทธิ์ ที่ไม่สามารถจะแยกออกเป็นแสงสีอื่น ๆ ได้

## ตาและการมองเห็นสี

**ความรู้สึกในการมองเห็นสีนั้น อยู่ที่ว่าเซลล์ประสาทรับแสงสีชุดใดถูกกระตุ้น เช่น**

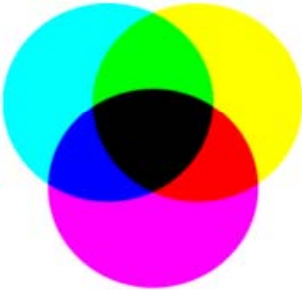
- ถ้าเซลล์ประสาทรับแสงสีแดงถูกกระตุ้นเพียงชุดเดียว ก็จะมีความรู้สึกเห็นเป็นสีแดง
- ถ้าเซลล์ประสาทรับแสงสีน้ำเงินถูกกระตุ้นเพียงชุดเดียว ก็จะมีความรู้สึกเห็นเป็นสีน้ำเงิน
- ถ้าเซลล์ประสาทรับแสงสีเขียวถูกกระตุ้นเพียงชุดเดียว ก็จะมีความรู้สึกเป็นสีเขียว
- ถ้าเซลล์ประสาทรับแสงสีทั้งสามชุดถูกกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกพร้อม ๆ กัน และเท่า ๆ กัน จะเกิดความรู้สึกเห็นเป็นแสงสีขาว
- ถ้าเซลล์ประสาทรับแสงสีสองชุดหรือทั้งสามชุดถูกกระตุ้นความรู้สึกพร้อม ๆ กัน จะเกิดความรู้สึกมองเห็นเป็น แสงสีประกอบ (Compound Color) ซึ่งเป็นสีที่เกิด จากการผสมของแสงสีปฐมภูมิ เช่น สีแดงม่วง น้ำเงิน-เขียว และเหลือง เป็นต้น
- ถ้าหากว่าเซลล์ประสาทรับแสงสีทั้งสามชุดไม่ถูกเร้าหรือกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกเลย จะมีความรู้สึกว่ามองไม่เห็นแสงสีอะไรเลย

<http://www.scimath.org/index.php/socialnetwork/groups/viewbulletin/1149-%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%B1%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%AA%E0%B8%B5?groupid=241>

## การผสมสารสี

การที่เรามองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ ส่วนใหญ่เราเห็นสีเนื่องมาจากแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุ มากกว่าเห็นสีจากแสงที่ทะลุผ่านวัตถุ ดังนั้นสีตามธรรมชาติของวัตถุ ที่เราต้องการเห็น จะต้องดูวัตถุ นั้นด้วยแสงขาวของดวงอาทิตย์ เมื่อเป็นเช่นนี้สีของวัตถุที่เห็น จะต้องมีส่วนที่กำหนดสีบนวัตถุ ได้แก่ แสงที่กระทบผิววัตถุ และสารสีบนวัตถุ ( สารสีที่ผสมในเนื้อวัตถุ ) สารสีต่าง ๆ ที่อยู่ในเนื้อวัตถุ ที่ไม่สามารถสร้างขึ้นได้จากการผสมสารสีต่าง ๆ เข้าด้วยกันมี อยู่ 3 สี คือ สีเหลือง สีแดงม่วง และสีน้ำเงินเขียว ซึ่งเรียกว่า สารสีปฐมภูมิ สารสีทั้ง 3 นี้ จะมีหน้าที่ดังนี้

สารสีเหลือง จะไม่ดูดกลืนแถบสีเหลืองที่อยู่ถัดสีแดง นอกนั้นดูดกลืนหมด  
 สารสีแดงม่วง จะไม่ดูดกลืนแถบสีแดง นอกนั้นดูดกลืนหมด  
 สารสีน้ำเงินเขียว จะไม่ดูดกลืนแถบสีน้ำเงินม่วง นอกนั้นดูดกลืนหมด  
 ถ้านำสารสีปฐมภูมิทั้ง 3 สี มาผสมกันด้วยปริมาณที่เท่า ๆ กัน จะได้ สารสีดำ ซึ่งมีสมบัติดูดกลืนแสงสีทุกแถบสีในสเปกตรัมของแสงขาว  
 ถ้านำสารสีปฐมภูมิทั้ง 3 สีมาผสมกัน ด้วยสัดส่วนต่าง ๆ กัน จะเกิดเป็นสารผสมได้หลายสี ยกเว้น สารสีขาว ไม่อาจทำให้เกิดได้ด้วยการผสมสารสีอื่น ๆ



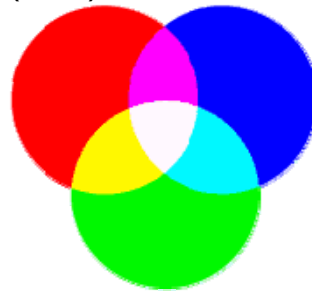
<http://www.thaigoodview.com/library/contest2552/type2/science04/01/page20.html>

## การผสมแสงสี

เมื่อฉาย แสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นสีปฐมภูมิไปรวมกันบนฉากขาว 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)

ส่วนสีสอง สีที่รวมกันแล้วได้สีขาว สีทั้งสองเป็นสีเติมเต็ม (complementary colors) ของกันและกัน เช่น สีเหลือง เป็นสีเติมเต็มของสีน้ำเงิน และในขณะเดียวกันสีน้ำเงินก็เป็นสีเติมเต็มของสีเหลืองด้วย



## จบบทที่ 14

### อย่าลืมหัดทำแบบฝึกหัดนะคะ

ดร. พนิดา หล่อวงศ์ตระกูล  
Dang\_phy@hotmail.com