



คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 3 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ตามแนวทางการปฏิรูปการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง คิดเป็น แก้ปัญหาได้ และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งตอบสนองพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับการพัฒนา ทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว30203 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 5 เรื่อง ตาและการมองเห็น มีเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับ ความสว่าง ตา การถนัดสายตา การมองเห็นสี สี การผสมสารสี และการผสมแสงสี นักเรียนสามารถนำไปศึกษาได้ด้วยตนเอง เพื่อทบทวนเนื้อหาหรือสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนเรียนไม่ทัน เพื่อน หรือสามารถนำไปใช้ในการเรียนซ่อมเสริมในกรณีที่เรียนแล้วสอบไม่ผ่าน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกเล่มได้ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญและได้นำไปใช้เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพแล้ว จึงสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาและพัฒนาการเรียนการสอนได้ดี ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นประโยชน์ ต่อการพัฒนานักเรียน ส่งเสริมให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และเป็นตัวอย่างแก่ผู้สนใจได้ต่อไป

บุญพบ หว่างเค็ง



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	1
สารบัญ	2
คำชี้แจง	3
แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	4
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	5
แบบทดสอบก่อนเรียน	6
ใบความรู้ที่ 5.1 เรื่องความสว่าง	9
ใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่องความสว่าง	13
ใบความรู้ที่ 5.2 เรื่องตา	15
ใบกิจกรรมที่ 5.2 เรื่องตา	21
ใบความรู้ที่ 5.3 เรื่องการมองเห็นสี	23
ใบกิจกรรมที่ 5.3 สีของวัตถุ	27
ใบกิจกรรมที่ 5.4 การผสมแสงสีขาวบนฉาก	29
ใบกิจกรรมที่ 5.5 เรื่องการมองเห็นสี	31
ใบกิจกรรมที่ 5.6 สรุปองค์ความรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์	32
ใบกิจกรรมเสริม : โจทย์ฝึกประสบการณ์	33
แบบทดสอบหลังเรียน	36
บรรณานุกรม	39
แบบเฉลยคำตอบ	40



คำชี้แจง

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว30223 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ชุด ดังนี้
 - ชุดที่ 1 แสงและการสะท้อนของแสง
 - ชุดที่ 2 การหักเหของแสง
 - ชุดที่ 3 เลนส์บาง
 - ชุดที่ 4 ปรากฏการณ์ของแสงและทัศนอุปกรณ์
 - ชุดที่ 5 ตาและการมองเห็น
2. ชุดกิจกรรมชุดนี้เป็นชุดที่ 5 ตาและการมองเห็น ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง
3. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ ประกอบด้วย
 - 3.1 คำชี้แจง
 - 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 3.3 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
 - 3.4 แบบทดสอบก่อนเรียน
 - 3.5 ใบความรู้ที่ 5.1 เรื่องความสว่าง
 - 3.6 ใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่องความสว่าง
 - 3.7 ใบความรู้ที่ 5.2 เรื่องตา
 - 3.8 ใบกิจกรรมที่ 5.2 เรื่องตา
 - 3.9 ใบความรู้ที่ 5.3 เรื่องการมองเห็นสี
 - 3.10 ใบกิจกรรมที่ 5.3 เรื่องสีของวัตถุ
 - 3.11 ใบกิจกรรมที่ 5.4 เรื่องการผสมแสงสีบนฉากขาว
 - 3.12 ใบกิจกรรมที่ 5.5 เรื่องการมองเห็นสี
 - 3.13 ใบกิจกรรมที่ 5.6 สรุปองค์ความรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์
 - 3.14 ใบกิจกรรมเสริม : โจทย์ฝึกประสบการณ์
 - 3.15 แบบทดสอบหลังเรียน
 - 3.16 บรรณานุกรม
 - 3.17 แบบเฉลยคำตอบ
4. ผู้ใช้ชุดกิจกรรมนี้ควรศึกษาคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนใช้



แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
วิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว30203 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ชุดที่ 5 ตาและการมองเห็น





คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว30223 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 5 ตาและการมองเห็น ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วย

ความซื่อสัตย์ต่อตนเองให้มากที่สุด โดยไม่เปิดดูเฉลยล่วงหน้า และตั้งใจดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 ตาและการมองเห็น ใช้เวลา 4 ชั่วโมง
2. นักเรียนอ่านคำชี้แจง คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้ให้เข้าใจก่อนลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 ตาและการมองเห็น จำนวน 10 ข้อ เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน บันทึกผลคะแนนที่ได้ลงในแบบบันทึกคะแนน
4. ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรียงลำดับไปที่ละหน้า นักเรียนไม่ควรศึกษาข้ามหน้า เนื่องจากบทเรียนจะเรียงตามลำดับเนื้อหาและความยาก – ง่าย
5. เมื่อศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้จบแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 ตาและการมองเห็น จำนวน 10 ข้อ
6. ตรวจสอบคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน โดยนักเรียนและครูร่วมกันเฉลย พร้อมบันทึกผลคะแนนที่ได้เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียน ซึ่งนักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์ ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดให้ปรึกษาครูผู้สอนและทบทวนเนื้อหา แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้ง หากผ่านเกณฑ์ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Post – Test) ต่อไป

ข้อควรปฏิบัติ

1. หากมีข้อสงสัยใดๆ นักเรียนสามารถสอบถามจากครูผู้สอนได้ตลอดเวลา เพื่อร่วมกันสรุปข้อสงสัยนั้นๆ
2. เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด นักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง และตั้งใจทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้



แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว30203 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์
ชุดที่ 5 ตาและการมองเห็น

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยมีทั้งหมด 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
2. ทำเครื่องหมายกากบาท (X) บนตัวเลือก ก, ข, ค หรือ ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. เปิดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ 8 หลอด ซึ่งแต่ละหลอดมีอัตราการให้พลังงานแสง 2,700 ลูเมน ในห้องเรียน 74 ตารางเมตร มีตัวสะท้อนแสง ทำให้ไม่มีแสงสว่างจากหลอดไฟตกที่เพดานด้านบนจนหาความสว่างโดยเฉลี่ยของห้องนี้
 - ก. 240 ลักซ์
 - ข. 265 ลักซ์
 - ค. 292 ลักซ์
 - ง. 320 ลักซ์
2. ถ้าต้องการให้ความสว่างบนพื้นทางเดินขนาด 20 ตารางเมตร มีค่า 200 ลักซ์ จะต้องใช้หลอดไฟฟ้าที่มีอัตราการให้พลังงานแสงเท่าใด กำหนดความสูญเสียเนื่องจากตัวสะท้อนแสง 25 %
 - ก. 2,500 ลูเมน
 - ข. 5,000 ลูเมน
 - ค. 7,500 ลูเมน
 - ง. 10,000 ลูเมน
3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตากับกล้องถ่ายรูป
 1. ลูกตา ทำหน้าที่คล้ายตัวกล้อง
 2. เปลือกตา ทำหน้าที่คล้ายชัตเตอร์
 3. เลนส์ตา ทำหน้าที่คล้ายเลนส์กล้อง
 4. ม่านตา ทำหน้าที่คล้ายไดอะแฟรม
 5. เรตินา ทำหน้าที่คล้ายฟิล์มข้อความใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. 1 , 3, 5
 - ข. 2, 4, 5
 - ง. 1, 2, 3
 - ง. ถูกทุกข้อ



4. ข้อความต่อไปนี้กล่าวผิด

- ก. คนตาบอดสี คือคนที่มีประสาทรับสีผิดปกติ
- ข. คนที่มีสายตาสั้นผิดปกติต้องเป็นมาแต่กำเนิด
- ค. คนสายตาสั้น จุดใกล้เท่ากับ 25 ซม. จุดไกลน้อยกว่าระยะอนันต์
- ง. คนสายตายาว จุดใกล้มากกว่า 25 ซม. จุดไกลเท่ากับระยะอนันต์

5. ถ้าตาของเรามองดูแสงสีน้ำเงินเป็นเวลานาน ๆ แล้วเปลี่ยนมาดูแสงสีขาวทันที ตาจะมองเห็นเป็นแสงสีใด

- ก. สีเหลือง
- ข. สีเขียว
- ค. สีน้ำเงิน
- ง. สีขาว

6. ข้อใดถูกต้อง

- ก. อาการตาบอดสีของคน อาจเกิดได้กับทุกคน
- ข. คนตาบอดสีจะเห็นวัตถุที่มีสีเป็นสีขาว
- ค. เซลล์ประสาทรูปกรวย เป็นเซลล์ที่ไวต่อแสงสีแดง เหลือง เขียว
- ง. ถ้าไม่มีการกระเจิงของแสง ในชั้นบรรยากาศโลกเราจะมองเห็นท้องฟ้าเป็นสีดำเหมือนกลางคืน

7. ต่อไปนี้ตัวเลือกในข้อใดไม่สัมพันธ์กัน

- ก. ไตอะแฟรม – ม่านตา
- ข. สายตายาว – เลนส์นูน
- ค. กระจกข้างรถยนต์ – กระจกเว้า
- ง. กล้องส่องทางไกล – ปริซึม

8. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. การเห็นวัตถุมีสีใด แสดงว่าแสงสีนั้น สะท้อนเข้าสู่ตา
2. วัตถุสีเหลืองจะสะท้อนแสงสีเหลืองเท่านั้น
3. แผ่นกรองแสงสีเขียวและสีแดงซ้อนติดกันเมื่อฉายแสงขาวผ่านแผ่นกรองแสงทั้งสองจะได้แสงสีน้ำเงิน
4. วัตถุสีม่วงแดงจะสะท้อนแสงสีม่วงแดง สีแดง สีน้ำเงิน
5. ถ้าเห็นวัตถุเปลี่ยนสีได้ตามแสงที่ตกกระทบ แสดงว่าวัตถุมีสีขาว

ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

- ก. 1, 2, 3
- ข. 1, 4, 5
- ค. 2, 3, 4
- ง. 1, 3, 4



9. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวผิด

- ก. แสงสีปฐุมภูมิคือแสงสีเหลือง, เขียว , น้ำเงิน
- ข. สารสีปฐุมภูมิคือ สีเหลือง , ม่วงแดง, น้ำเงินเขียว
- ค. สารสีแดง, สีเขียวและสีน้ำเงินรวมกันได้สีขาว
- ง. สารสีม่วงแดง, สีเหลือง และสีน้ำเงินรวมกันได้แสงขาว

10. ต้นไม้ต้นหนึ่งมีสีเขียวภายใต้แสงอาทิตย์ ถ้านำต้นไม้ต้นนี้มาไว้ในห้องที่มีแสงสีม่วงแดง จะเห็นต้นไม้ต้นนี้สีอะไร

- ก. สีดำ
- ข. สีขาว
- ค. สีเขียว
- ง. สีม่วงแดง



....ข้อมูลนักเรียน.....

ชื่อ - สกุล

ชั้น.....เลขที่.....

คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
10	
	() ผ่าน
	() ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมิน	
คะแนน	ระดับคุณภาพ
9 – 10	ดีมาก
7 – 8	ดี
5 – 6	พอใช้
0 – 4	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ใบความรู้ที่ 5.1 เรื่องความสว่าง

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เคลื่อนที่ได้เร็วมาก และมีลักษณะพิเศษคือ เมื่อแสงเดินทางไปถึงกระทบวัตถุจะทำให้เกิดความสว่างขึ้นบนพื้นที่แสงตกกระทบ แหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญที่สุด คือ ดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ยังมี หลอดไฟ กองไฟ เทียนไข ตะเกียง เป็นต้น

ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความสว่างบนพื้นที่ที่แสงตกกระทบ มีดังนี้

1. ปริมาณพลังงานของแสงที่ส่องสว่างออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในเวลาหนึ่งหน่วย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อัตราการให้พลังงานแสงหรือฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux) ของแหล่งกำเนิดแสง มีหน่วยเป็น ลูเมน ตัวอย่าง ฟลักซ์ส่องสว่างของหลอดไฟฟ้าแบบไส้ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดกำลังไฟฟ้า 40 วัตต์ เท่ากันจะมีค่า 500 ลูเมน และ 2,700 ลูเมน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวพอสรุปได้ว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีฟลักซ์ส่องสว่างมากกว่าหลอดไฟฟ้าแบบไส้ ดังนั้นการเลือกใช้ก็ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ดีกว่า
2. ความสว่าง ในที่นี้หมายถึงความสว่างของแสงที่ตกกระทบบนพื้นที่ที่แสงตกกระทบ หรือฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบบนพื้นที่ใน 1 ตารางเมตร (หรือตารางหน่วย)

ความสว่างบนพื้นที่รับแสง

เมื่อแสงจากหลอดไฟหรือแหล่งกำเนิดแสง เดินทางไปตกกระทบบนพื้นที่รับแสงจะทำให้เกิดความสว่างขึ้นบนพื้นที่รับแสงนั้น โดยความสว่างที่เกิดขึ้นอาจหาได้จากนิยามหรือสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{ความสว่าง} = \frac{\text{ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกตั้งฉากกับพื้นที่}}{\text{พื้นที่รับแสง}}$$

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

- เมื่อ
- F คือ ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกตั้งฉากกับพื้นที่ หรืออัตราพลังงานแสงที่ตกบนพื้นที่ (มีหน่วยวัดเป็น ลูเมน (lm))
- A คือ พื้นที่รับแสง (มีหน่วยวัดเป็น ตารางเมตร (m^2))
- E คือ ความสว่าง (มีหน่วยวัดเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร(lm/m^2) หรือลักซ์(lx))
- 1 ลักซ์ = 1 ลูเมนต่อตารางเมตร





ตัวอย่างที่ 1. หลอดไฟฟ้าแบบไส้ 60 วัตต์ 5 หลอด แต่ละหลอดมีฟลักซ์ส่องสว่าง 850 ลูเมน มีตัวสะท้อนแสง ทำให้แสงทั้งหมดตกกระทบบนพื้นที่ 4 ตารางเมตร จงหาความสว่างบนพื้นที่นี้

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad E &= \frac{F}{A} \\ \text{เมื่อ } F \text{ คือ ฟลักซ์ส่องสว่าง} &= 850 \times 5 = 4,250 \text{ ลูเมน} \\ A \text{ คือ พื้นที่รับแสง} &= 4 \text{ ตารางเมตร} \\ \text{แทนค่าในสูตร} \quad E &= \frac{4,250}{4} \\ &= 1,062.5 \text{ ลักซ์} \end{aligned}$$

ตอบ ดังนั้นความสว่างบนพื้นที่นี้มีค่า 1,062.5 ลักซ์

ตัวอย่างที่ 2. ห้องผ่าตัดต้องการความสว่างบนเตียงผ่าตัด 10,000 ลักซ์ ถ้าพื้นที่รับแสงทั้งหมด 6 ตารางเมตร โดยหลอดไฟมีทั้งหมด 10 ดวง ถ้าตัวสะท้อนแสงและอุปกรณ์ต่าง ๆ มีการสูญเสียพลังงานแสง 20% อยากทราบว่าหลอดไฟแต่ละดวงมีฟลักซ์ส่องสว่างกี่ลูเมน

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad E &= \frac{F}{A} \\ \text{เมื่อ } F \text{ คือ ฟลักซ์ส่องสว่าง} &= ? \text{ ลูเมน} \\ A \text{ คือ พื้นที่รับแสง} &= 6 \text{ ตารางเมตร} \\ E \text{ คือ ความสว่าง} &= 10,000 \text{ ลักซ์} \\ \text{แทนค่าในสูตร} \quad E &= \frac{F}{A} \\ F &= EA \\ F &= 10,000 \times 6 \\ F &= 60,000 \text{ ลูเมน} \\ \text{ดังนั้นหลอดไฟแต่ละดวงมีฟลักซ์ส่องสว่าง} &= \frac{60,000}{10} \\ &= 6,000 \text{ ลูเมน} \\ \text{เนื่องจากการสูญเสียพลังงานแสง 20\%} & \\ \text{ได้ว่าหลอดไฟแต่ละดวงมีฟลักซ์ส่องสว่าง 80\% คิดเป็น 6,000 ลูเมน} & \\ \text{ถ้าฟลักซ์ส่องสว่าง 100\% คิดเป็น} \quad \frac{6,000 \times 100}{80} &= 7,500 \text{ ลูเมน} \end{aligned}$$

ตอบ หลอดไฟแต่ละดวงมีฟลักซ์ส่องสว่าง 7,500 ลูเมน



ตัวอย่างที่ 3. หลอดไฟดวงหนึ่งมีอัตราการให้พลังงานแสง 500 ลูเมน เมื่อนำฝาแก้วใสซึ่งดูดกลืนพลังงานแสง 20% มาครอบไว้ จงหาว่าความสว่างบนพื้นที่รับแสงขนาด 2 ตารางเมตรจะลดลงกี่เปอร์เซ็นต์

วิธีทำ ครั้งแรกยังไม่ครอบฝาแก้ว

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

$$E_1 = \frac{500}{2}$$

$$E_1 = 250 \text{ Lux} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ครั้งหลังครอบฝาแก้ว

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

$$E_2 = \frac{\frac{80}{100} 500}{2}$$

$$E_2 = 200 \text{ Lux} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{เดิมความสว่าง 250 ลักซ์ ลดลงไป} &= 250 - 200 \\ \text{ถ้าความสว่าง 100 ลักซ์ ลดลงไป} &= \frac{(250 - 200) \times 100}{250} \\ &= 20\% \end{aligned}$$

ตอบ ความสว่างลดลงไป 20 เปอร์เซ็นต์

ข้อสังเกต % ความสว่างที่ลดลงไป = % พลังงานถูกดูดกลืนไว้

ตัวอย่างที่ 4. ถ้าหลอดไฟ A มีอัตราการให้พลังงานแสงเป็น 2 เท่าของหลอดไฟ B และพื้นที่ที่รองรับแสงจากหลอดไฟ A มีขนาดเป็น 4 เท่าของหลอดไฟ B จงหาความสว่างเนื่องจากหลอดไฟ A จะเป็นกี่เท่าของความสว่างเนื่องจากหลอดไฟ B

วิธีทำ

$$\begin{aligned} E &= \frac{F}{A} \\ \frac{E_A}{E_B} &= \frac{\frac{F_A}{F_B} \times \frac{A_B}{A_A}}{\frac{F_A}{F_B} \times \frac{A_B}{A_A}} \\ \frac{E_A}{E_B} &= \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \\ E_A &= \frac{1}{2} E_B \end{aligned}$$

ตอบ ดังนั้น หลอดไฟ A มีความสว่างเป็น $\frac{1}{2}$ เท่าของหลอดไฟ B





โดยปกติความสว่างในสถานที่ต่าง ๆ นั้น ได้มาจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เช่น จากหลอดไฟ ดวงอาทิตย์ หรือแสงจากการสะท้อน การคำนวณหาความสว่างโดยตรงจึงยุ่งยากมาก ในทางปฏิบัติการหาความสว่างทำได้โดยใช้ มาตรวัดความสว่าง (Lux meter)



รูปแสดงมาตรวัดความสว่าง
ที่มา : <https://goo.gl/GnXFxX>

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเรื่องความสว่างนี้ช่วยในการจัดหลอดไฟตามอาคารบ้านเรือน และห้องทำงานเพื่อให้ได้ความสว่างอย่างเหมาะสม คือให้ความสว่างที่พอเหมาะสำหรับการใช้งาน ตามตารางดังนี้

สถานที่	ความสว่าง (ลักซ์)
บ้าน ห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องอาหาร ห้องอ่านหนังสือ ห้องทำงาน	150 – 300 500 – 1,000
โรงเรียน โรงพลศึกษา หอประชุม ห้องเรียน ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ ห้องเขียนแบบ	75 – 300 300 – 750 750 – 1,500
โรงพยาบาล ห้องตรวจโรค ห้องผ่าตัด	200 – 750 5,000 – 10,000
สำนักงาน บันไดฉุกเฉิน ทางเดินในอาคาร ห้องประชุม ห้องรับรอง	30 – 75 75 – 200 200 – 750



ใบกิจกรรมที่ 5.1 : เรื่องความสว่าง

คำชี้แจง : ให้นักเรียน คิด วิเคราะห์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกหน่วยและสัญลักษณ์ของปริมาณต่อไปนี้ (2 คะแนน)

ปริมาณ	ความหมาย	สัญลักษณ์ปริมาณ	หน่วย
ฟลักซ์ส่องสว่าง			
ความสว่าง			
พื้นที่รับแสง			

2. กล้องหลอดไฟมีข้อมูลระบุว่า 20 W 11 lm/W อีกกล้องระบุว่า 20 W 69 lm/W
หลอดไฟทั้งสองแตกต่างกันอย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

3. หลอดไฟฟ้าที่มีตัวสะท้อนแสงที่ดีบรรจุภายใน ให้แสงสว่างตกกระทบพื้นโต๊ะเป็นรูปร่างกลมที่มีรัศมีเท่ากับ 20 เซนติเมตร ถ้าหลอดไฟฟ้ามีฟลักซ์ส่องสว่าง 500 ลูเมน ความสว่างบนพื้นโต๊ะเป็นเท่าใด (2 คะแนน)

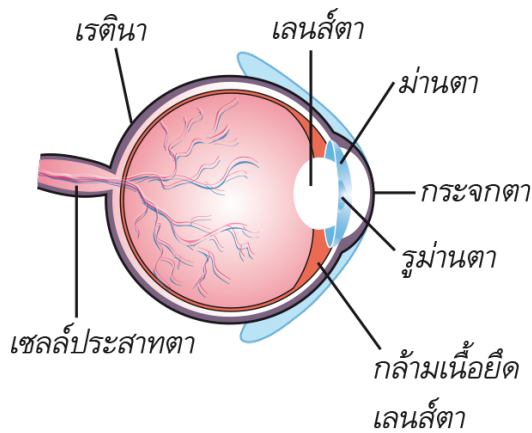
[illegible]





ใบความรู้ที่ 5.2 เรื่องตา

ตามีรูปร่างเกือบเป็นทรงกลม ซึ่งเป็นอวัยวะที่ช่วยในการรับแสง มีลักษณะการทำงานคล้ายกับกล้องถ่ายรูปมาก ตามีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้



รูปแสดงส่วนประกอบที่สำคัญของตา

ที่มา : <https://goo.gl/7FCRU5>

ส่วนประกอบที่สำคัญของตา

- 1) กระจุกตา หรือ คอร์เนีย มีลักษณะนูนเล็กน้อยอยู่ด้านนอกสุดทำหน้าที่เป็นส่วนป้องกันลูกตา
- 2) ม่านตา ทำหน้าที่ปรับปริมาณความเข้มของแสงให้พอเหมาะบนเรตินาโดยเปลี่ยนขนาดของพิวพิล ทำหน้าที่คล้ายไดอะแฟรมของกล้องถ่ายรูป
- 3) เลนส์ตา ทำหน้าที่รับแสงหรือรวมแสง (คล้ายกับเลนส์นูนหรือเลนส์ถ่ายภาพของกล้องถ่ายรูป)
- 4) กล้ามเนื้อยึดเลนส์ตา ควบคุมเลนส์ตาให้นูนมากหรือนูนน้อย เพื่อให้เกิดภาพชัดบนเรตินา
- 5) เรตินา ทำหน้าที่เป็นฉากรับภาพ (ทำหน้าที่คล้ายฟิล์มถ่ายรูป) ถัดจากเรตินา เป็นเส้นใยประสาทติดกับประสาทตา ซึ่งผ่านไปยังสมอง
- 6) เปลือกตา ทำหน้าที่คล้ายชัตเตอร์ของกล้องถ่ายรูป

ข้อสังเกต

- 1) การที่กล้ามเนื้อตาบังคับให้เลนส์ตานูนมากหรือนูนน้อยเป็นการเปลี่ยนความยาวโฟกัสของเลนส์ตา (กล้องถ่ายรูป ใช้วิธีเลื่อนเลนส์ไปมาเพื่อให้เกิดภาพชัดบนฟิล์ม)
- 2) ถ้ามองไกลๆ เลนส์ตาจะนูนน้อย ความยาวโฟกัสมาก
ถ้ามองใกล้ๆ เลนส์ตาจะนูนมาก ความยาวโฟกัสน้อย



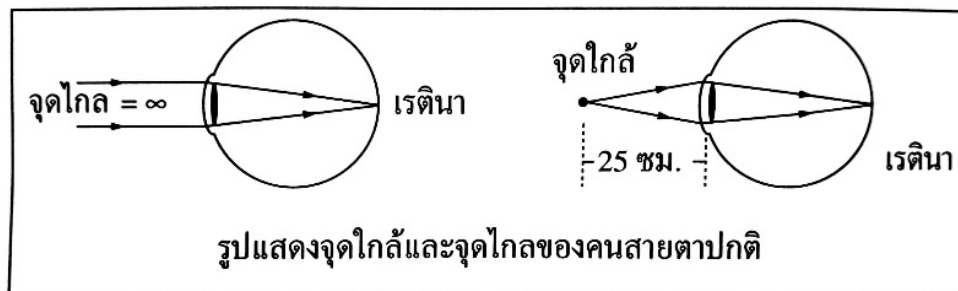
ถ้าเปรียบเทียบตากับกล้องถ่ายรูปจะมีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกัน ดังตารางเปรียบเทียบระหว่างส่วนของลูกตาที่ทำงานคล้ายกล้องถ่ายรูป ดังนี้

ตา	กล้องถ่ายรูป
1. เลนส์ตา	1. เลนส์นูนของกล้อง
2. เรตินา	2. ฟิล์มถ่ายรูป
3. ม่านตา	3. ไดอะแฟรม

คนสายตาสกปรก

เมื่อแสงจากวัตถุตกกระทบเลนส์ตา กล้ามเนื้อตาจะทำหน้าที่ปรับความยาวโฟกัสของเลนส์ตาเพื่อให้เกิดภาพบนเรตินาที่มีเส้นประสาทส่งสัญญาณการรับรู้ภาพผ่านประสาทตาสู่สมอง ซึ่งในคนปกติ การมองวัตถุตำแหน่งที่เห็นภาพเมื่อวัตถุอยู่ห่างจากนัยน์ตาออกไป ตั้งแต่ 25 เซนติเมตร จนถึงระยะอนันต์ เราเรียก

1. ตำแหน่งใกล้สุดที่เห็นภาพชัดว่า **จุดใกล้ (near point)**
2. ตำแหน่งไกลสุดที่เห็นภาพชัดว่า **จุดไกล (far point)**



ดังนั้น **จุดไกล** หมายถึง ระยะไกลสุดที่มองเห็นภาพชัด คนสายตาสกปรกมีระยะไกลอยู่ที่ระยะอนันต์
จุดใกล้ หมายถึง ระยะใกล้สุดที่มองเห็นภาพชัด คนสายตาสกปรกมีระยะใกล้อยู่ที่ 25 เซนติเมตร





ดังนั้นตาของคนบางคนอาจมองเห็นวัตถุมีจุดใกล้และจุดไกลต่างจากค่าปกติ ซึ่งกล่าวว่าคนพวกนี้
ดังกล่าวมีความผิดปกติทางสายตา ซึ่งมีด้วยกัน 2 ประเภท คือ

1. สายตาสั้น (Myopia)



ลักษณะของคนสายตาสั้น

(1) คนสายตาสั้น เกิดจากกระจกตาจะยาวกว่าปกติ หรือความยาวโฟกัสของเลนส์ตาสั้นเกินไปแสง
จากวัตถุที่อยู่ไกล ๆ เมื่อผ่านเลนส์ตาแล้วทำให้เกิดภาพก่อนถึงเรตินา ภาพไม่ตกบนเรตินา จึงทำให้เห็นภาพไม่
ชัดเจน

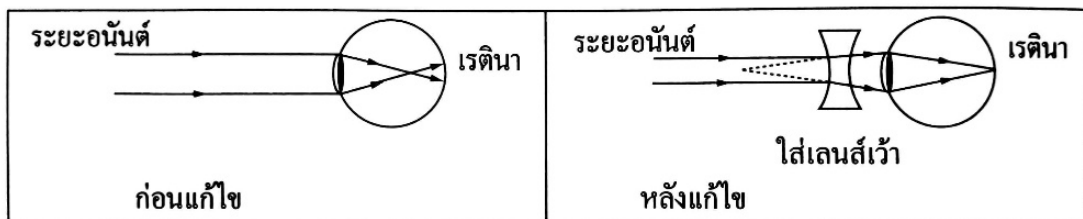
(2) คนสายตาสั้น พบว่าระยะใกล้สุดที่มองเห็นภาพชัดจะน้อยกว่าคนสายตาคปกติ ระยะใกล้สุดที่
มองเห็นภาพชัดจะเหมือนกับคนสายตาคปกติ

1) จุดไกล < ระยะอนันต์ (เมื่อเทียบกับคนตาคปกติ)

2) จุดใกล้ = 25 เซนติเมตร

(3) คนสายตาสั้น การแก้ไข ต้องใส่แว่นที่ช่วยกระจายแสงออกเพื่อให้แสงไปตกที่เรตินา จึงจะเห็นภาพ
ได้ชัดเจน ดังนั้นแว่นที่ใส่ต้องทำด้วยเลนส์เว้า ช่วยให้แสงไปตกบนจอภาพพอดี

การแก้ไขคนสายตาสั้น

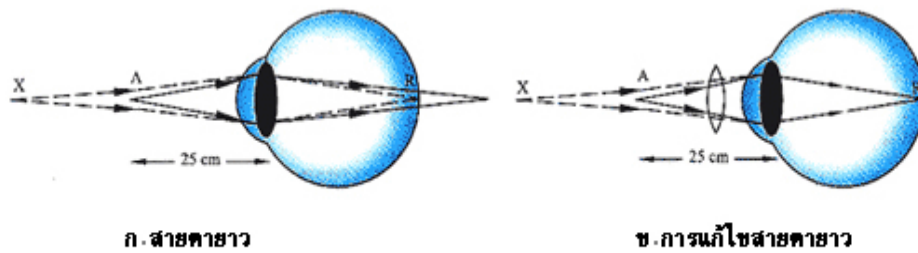


1) คนสายตาสั้น เมื่อมองที่ระยะอนันต์เหมือนกันคนสายตาคปกติ รังสีขนานจากวัตถุจะตัดกันที่ตำแหน่ง
ก่อนถึงเรตินา (ทำให้มองไม่ชัด)

2) เมื่อนำเลนส์เว้ามาใส่ไว้หน้าเลนส์ตา เลนส์เว้าจะช่วยกระจายแสงให้ตกที่เรตินา (ทำให้มองไกลชัด)



2. สายตาวาว (Hypermetropia)



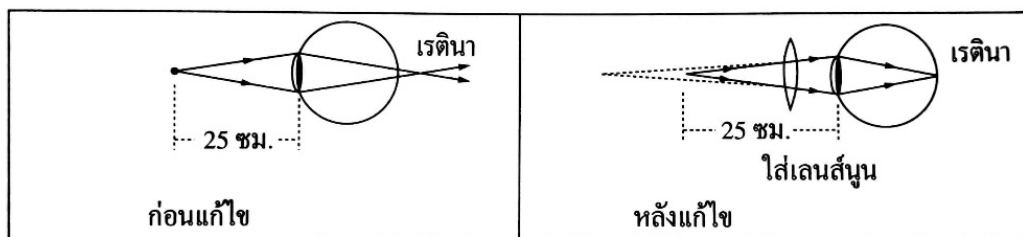
รูป 1.32 สายตาวาวและการแก้ไข

ที่มา : <https://goo.gl/8AYRSm>

ลักษณะของคนสายตาวาว

- (1) คนสายตาวาว เกิดจากกระจกตาจะสั้นกว่าปกติ หรือเลนส์ตาไม่สามารถปรับภาพให้เกิดที่เรตินาได้ แต่ไปเกิดที่ระยะไกลจากจอตาจึงทำให้เห็นภาพไม่ชัด
- (2) คนสายตาวาว ระยะไกลสุดที่มองเห็นภาพชัด จะเหมือนกับคนสายตาสปกติ ระยะไกลสุดที่มองเห็นภาพชัดจะมากกว่าคนสายตาสปกติ
 - 1) จุดไกล = ระยะอนันต์
 - 2) จุดใกล้ > 25 เซนติเมตร
- (3) คนสายตาวาว การแก้ไข ต้องใส่แว่นที่ช่วยรวมแสงเพื่อให้แสงไปตกที่เรตินา จึงจะเห็นภาพชัด ดังนั้นแว่นที่ใส่ต้องทำด้วยเลนส์นูน เพื่อช่วยรวมแสงให้ไปตกบนจอภาพพอดี

• การแก้ไขคนสายตาวาว



- 1) คนสายตาวาว เมื่อมองที่ระยะ 25 เซนติเมตร เหมือนคนสายตาสปกติ รังสีถ่าง (ลู่ออก) จากวัตถุจะไปตัดกันที่ตำแหน่งหลังเรตินา (ทำให้มองไม่ชัด)
- 2) เมื่อนำเลนส์นูนมาใส่ไว้หน้าเลนส์ตา เลนส์นูนจะช่วยรวมแสงให้มาตกที่เรตินา (ทำให้มองใกล้ชัด)



**ข้อสังเกต****เลนส์ตาทำหน้าที่คล้ายกับเลนส์นูน**

- (1) เมื่อคนสายตาสั้นใส่เลนส์เว้า โดยเลนส์ตาและเลนส์เว้าจะวางชิดหรือติดกัน เรียกว่า เลนส์ประกบ โดยเลนส์ประกบนี้จะทำหน้าที่เป็นเลนส์นูน (นูนแก้ว :: เกิดภาพจริงบนเรตินา)
- (2) เมื่อคนสายตายาวใส่เลนส์นูน โดยเลนส์ตาและเลนส์นูนจะวางชิดหรือติดกัน เรียกว่า เลนส์ประกบ โดยเลนส์ประกบนี้จะทำหน้าที่เป็นเลนส์นูน (::เกิดภาพจริงบนเรตินา)

3. สายตาเอียง

คนสายตาเอียง เป็นลักษณะของคนที่มีมองเห็นภาพในแนวตั้งหรือแนวระดับแนวใดแนวหนึ่งชัดเจน แต่อีกแนวไม่ชัดเจนซึ่งเกิดจากความโค้งของกระจกตาหรือคอร์เนียในแนวระดับไม่สม่ำเสมอเท่ากับความโค้งในแนวตั้ง จึงทำให้แสงที่ผ่านเข้าไปในลูกตาไม่ตัดที่จุดเดียวกัน การแก้ไขทำได้โดยใช้แว่นตาที่มีเลนส์เป็นรูปกบกล้วยหรือรูปทรงกระบอกมาช่วยแก้ความโค้งของกระจกตา

1 มองตัวเลขบิดเบี้ยว
คนสายตาเอียงมักมองตัวเลขบางตัว เช่น 3, 5, 8, 9, 0 คล้ายๆ กัน โดยจะเห็นเป็นภาพซ้อนนั่นเอง

2 เห็นภาพเป็นแสงขาวกระจาย
เวลาที่อยู่ในภาวะแสงน้อย แสงไม่พอ จะมองเห็นภาพที่แทรกด้วยแสงกระจายตัวเหมือนมีเงาเป็นรูๆ

3 หรือตาจนเสียบุคลิก
อาการนี้เป็นเรื่องของการปรับโฟกัส เพราะสายตาเอียงทำให้เห็นภาพเบลอ ต้องหรี่ตาเพื่อที่จะมองเห็นสิ่งต่างๆ

4 ปวดหัวง่ายเมื่อต้องใช้สายตานานๆ
บางครั้งปวดศีรษะอาจมีผลทางด้านสุขภาพตา

4 สัญญาณบอกอาการ “สายตาเอียง”

การแก้ไขสายตาเอียงเป็นสิ่งจำเป็น การใส่แว่นตาที่ตรงกับค่าสายตาจะช่วยแก้ปัญหาสายตาเอียงได้ ปัจจุบันมีคอนแทคเลนส์ที่ผลิตขึ้นมาพิเศษเพื่อแก้ไขค่าสายตาเอียงแล้ว

ASTV ผู้จัดการ infoGraphics
www.manager.co.th
ที่มา : จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน วิชั่นแคร์ (ประเทศไทย)



การถนอมสายตา

เนื่องจากนัยน์ตาเป็นอวัยวะที่สำคัญมากอวัยวะหนึ่งของร่างกาย ที่ช่วยในการมองเห็นวัตถุภาพต่าง ๆ ดังนั้นควรใช้สายตา อย่างถนอมและป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายต่อนัยน์ตาได้ ซึ่งมีหลักดังนี้

1. การดูวัตถุที่มีความสว่างมาก

อย่าดูวัตถุหรือแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างมากตรง ๆ เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟสปอตไลท์ แสงสว่างจากการเชื่อมโลหะ แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ หลอดฉายภาพนิ่ง เป็นต้น เพราะนัยน์ตาของเรามีเลนส์ตา ซึ่งเปรียบเสมือนเลนส์นูนรับแสง แล้วหักเหแสงให้ไปรวมกันที่เรตินา เพื่อให้เกิดภาพถ้าแสงมีความเข้มหรือสว่างมาก ก็เหมือนกับเอาเลนส์นูนไปรับแสงอาทิตย์ แล้วรวมแสงไปที่จุดโฟกัส ถ้ามีกระจกอยู่จุดโฟกัส กระจกก็จะลุกไหม้ได้ ซึ่งทำนองเดียวกันเรตินาก็จะได้รับอันตรายหรือถูกทำลายทำให้ตาบอดได้

2. การดูวัตถุที่มีความสว่างน้อย

การดูวัตถุที่มีความสว่างน้อย เช่น การอ่านหนังสือในบริเวณที่มีความสว่างไม่เพียงพอทำให้กล้ามเนื้อตาต้องทำงานมากกว่าปกติถ้าทำบ่อย ๆ หรือเป็นเวลานาน ๆ ก็จะทำให้กล้ามเนื้อตาเสื่อมเร็วกว่าที่ควรจะเป็น

3. การดูวัตถุผ่านทัศนอุปกรณ์

การใช้ทัศนอุปกรณ์ ได้แก่ กล้องส่องทางไกล กล้องโทรทรรศน์ดูวัตถุหรือแหล่งกำเนิดแสงที่มีแสงสว่างมาก จะทำให้ตาเป็นอันตราย เช่นเดียวกับการใช้ตาเปล่าดูวัตถุหรือแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างมาก อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบ่อย คือการดูดวงอาทิตย์ขณะเกิดสุริยุปราคาไม่ว่าจะด้วยตาเปล่า หรือด้วยกล้องส่องทางไกล ความสว่างที่เกิดจากการมองตรงเช่นนั้นมากเพียงพอให้จอตาพิการอย่างถาวรได้ ดังนั้นในการดูหรือถ่ายภาพดวงอาทิตย์ เมื่อเกิดสุริยุปราคา จึงต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยดูผ่านฟิล์มกรองแสง หรือดูโดยฉายภาพสุริยุปราคาไปที่ฉากแล้วดูฉาก เมื่ออยู่กลางแจ้งที่มีความสว่างมากกว่า 10,000 ลักซ์ ควรใส่แว่นกันแดด เพื่อลดความสว่างของแสงที่เข้าตา

ข้อแนะนำ ในการดูวัตถุต้องคำนึงถึงความสว่างที่พอเหมาะไม่น้อยเกินไปและไม่มากเกินไป ตาก็จะช่วยให้เรามองเห็นได้ตลอดชีวิต





ใบกิจกรรมที่ 5.2 : เรื่องตา

คำชี้แจง : ให้นักเรียน คิด วิเคราะห์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. พิจารณาข้อความที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมาย (✓) หากข้อความนั้นถูกต้อง และเครื่องหมาย (X) หากข้อความนั้นไม่ถูกต้อง พร้อมทั้งแก้ไขข้อความนั้นให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

ข้อความ	✓	X	ข้อความที่แก้ไขให้ถูกต้อง
1. ม่านตา ทำหน้าที่คล้ายฟิล์มถ่ายรูป โดยเปลี่ยนระยะโฟกัสของเลนส์ ด้วยวิธีบังคับรูปร่างของเลนส์ตา			
2. หลักการทำงานของตา แสงจากวัตถุหักเหผ่านเลนส์ตา (เลนส์นูน) จากนั้นเกิดภาพจริงบนเรตินา (ฉาก)			
3. ตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดที่สายตาคคนปกติสามารถมองเห็นภาพชัดเจนนีมีค่าประมาณ 45 เซนติเมตร			
4. เลนส์ตาเปรียบเสมือนเลนส์นูนรับแสง แล้วหักเหแสงให้ไปรวมกันที่เรตินา เพื่อให้เกิดภาพ ถ้าแสงมีความเข้มหรือสว่างมากก็เหมือนกับเอาเลนส์นูนไปรับแสงอาทิตย์แล้วรวมแสงไปที่จุดโฟกัส ถ้ามีกระดากก็จะลูกไหม้ ซึ่งทำนองเดียวกัน เรตินาก็จะได้รับอันตรายทำให้ตาบอดได้			
5. สายตายาว เป็นความผิดปกติของสายตาที่แสงรวมกันและตกลงที่ระยะก่อนถึงเรตินา ทำให้มองเห็นวัตถุในระยะใกล้ไม่ชัดเจนสามารถแก้ไขได้โดยการสวมแว่นสายตาที่ทำจากเลนส์เว้า เพื่อช่วยกระจายแสงให้มารวมกันและตกลงที่เรตินาพอดี			



2. จงอธิบายสาเหตุของคนสายตาสั้นและสายตายาว พร้อมการแก้ไข (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงเสนอวิธีการถนอมสายตาจากการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ยกตัวอย่างแหล่งกำเนิดแสงหรือสถานการณ์ที่ให้แสงที่สว่างจ้ามาก ๆ (2 คะแนน)

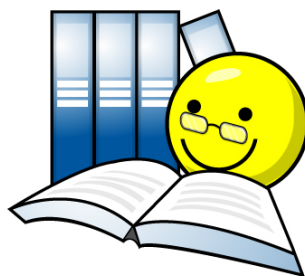
.....

.....

.....

.....

.....





ใบความรู้ที่ 5.3 : เรื่องการเห็นสี

ส่วนประกอบของตาที่ทำให้มองเห็นสีต่างๆ

1. ส่วนสำคัญของตาที่ทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีต่างๆ คือ เรตินา
 - 1.1) ที่เรตินาจะมีเซลล์รับแสงจำนวนมาก
 - 1.2) เซลล์บางชนิดสามารถจำแนกสีได้ เซลล์บางชนิดไม่สามารถจำแนกสีได้
2. เซลล์รับแสงที่เรตินา แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
 - 2.1) เซลล์รูปแท่ง
 - (2.1.1) เป็นเซลล์ซึ่งไวต่อแสงที่มีความเข้มน้อย
 - (2.1.2) ไม่สามารถจำแนกสีของแสงที่มาตกบนเรตินาได้
 - 2.2) เซลล์รูปกรวย
 - (2.2.1) เป็นเซลล์ที่ไวต่อแสงที่มีความเข้มสูง (ถัดจากความไวของเซลล์รูปแท่ง)
 - (2.2.2) สามารถจำแนกแสงแต่ละสีที่มาตกบนเรตินาได้
3. เซลล์รูปกรวย แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ
 - 3.1) เซลล์รูปกรวยที่มีความไวสูงสุดต่อแสงสีน้ำเงิน
 - 3.2) เซลล์รูปกรวยที่มีความไวสูงสุดต่อแสงสีเขียว
 - 3.3) เซลล์รูปกรวยที่มีความไวสูงสุดต่อแสงสีแดง

ข้อสังเกต

- (1) แสงสีน้ำเงิน แสงสีเขียว และแสงสีแดง อาจเรียกรวมๆ อีกอย่างหนึ่งว่า แสงสีปฐมภูมิ (เซลล์รูปกรวยแต่ละชนิด จะมีความไวต่อแสงสีปฐมภูมิแต่ละสี)
- (2) แสงสีปฐมภูมิ ประกอบด้วยแสงสีน้ำเงิน แสงสีเขียว และแสงสีแดง เมื่อนำแสงทั้งสามสีให้ไปตกกระทบบนฉากขาวที่ตำแหน่งเดียวกันจะมองเห็นเป็นสีขาวบนฉาก
- (3) แผนผังแสดงความรู้สึกรู้สึกของการมองเห็นสีปฐมภูมิ
แสงสีปฐมภูมิ (สีใดสีหนึ่ง) ตกบนเรตินา → เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีนั้นจะถูกกระตุ้น → เซลล์รูปกรวยที่ถูกกระตุ้นส่งสัญญาณผ่านประสาทตาไปยังสมอง → สมองแปลความหมายออกมาเป็นความรู้สึกของการมองเห็นสีนั้นๆ
- (4) แผนผังแสดงความรู้สึกรู้สึกของการมองเห็นสีผสม (ไม่ใช่สีปฐมภูมิ)
แสงสีผสม (สีใดสีหนึ่ง) ตกบนเรตินา → เซลล์รูปกรวยมากกว่าหนึ่งชนิดจะถูกกระตุ้นด้วยปริมาณมากน้อยต่างกันตามปริมาณสีที่ตกกระทบบน → เซลล์รูปกรวยที่ถูกกระตุ้นส่งสัญญาณผ่านประสาทตาไปยังสมอง → สมองแปลความรู้สึกในการมองเห็นสีผสมของแสงนั้น



การล้าของเรตินา

กรณีมองสีหนึ่งเป็นเวลานาน แล้วไปมองอีกสีหนึ่งในทันที เช่น ถ้าเรามองแสงสีเขียวซึ่งมีความสว่างมากเป็นเวลานานๆ แล้วมองแสงสีขาวในทันที กรณีนี้เราจะไม่เห็นแสงขาวเป็นสีขาว แต่จะเห็นเป็นสีแดงม่วง ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อเรามองแสงสีเขียวเป็นเวลานาน เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีเขียวจะเมื่อยล้า ทำให้ไม่พร้อมที่จะรับรู้ต่อแสงสีขาวในทันที ดังนั้น เมื่อมองสีเขียวทันทีเซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีเขียวจะไม่กระตุ้นเพื่อส่งสัญญาณ ทำให้สัญญาณที่ส่งผ่านไปยังสมองมีแต่สีแดงและสีน้ำเงินเท่านั้น สมองจึงแปลความรู้สึกออกมาเป็นสีผสม คือ แดงม่วง ดังกล่าว

ตาบอดสี (Colour Blindness)

เกิดจากความผิดปกติ หรือความพิการของเซลล์รูปกรวยบางชนิดทำให้ไม่สามารถรับรู้แสงสีนั้น ๆ ได้ เช่น เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีแดงผิดปกติไปเมื่อมีแสงสีแดงตกกระทบเรตินา เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีแดงก็จะไม่กระตุ้นให้เกิดสัญญาณการรับรู้ที่สมอง ทำให้การเห็นสีต่าง ๆ ผิดไปจากคนปกติ

คนตาบอดสี ส่วนมากจะบอดสีแดง รองลงมาบอดสีเขียว ส่วนคนตาบอดสีน้ำเงินน้อยที่สุด การบอดสีมักเป็นมาแต่กำเนิดซึ่งพบว่าการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ด้วย ซึ่งไม่สามารถแก้ไขให้เป็นปกติได้และยังพบอีกว่าเพศชายมีการบอดสีมากกว่าเพศหญิง





สี (Colour)

แผ่นกรองแสงสี

เป็นแผ่นพลาสติกหรือแผ่นแก้วใสที่มีสี เมื่อนำแผ่นกรองแสงสีไปกั้นแสงขาวจากดวงอาทิตย์หรือจากหลอดไฟประเภทไส้หลอดสุกสว่างแล้วผ่านปริซึม พบว่าแสงที่ออกมาจะเป็นแสงสีตามสีของแผ่นกรองแสงนั้น ๆ หรืออาจมีแสงสีอื่นรวมออกมาด้วยเล็กน้อย ดังนั้นเราอาจแบ่งชนิดของวัตถุที่ยอมให้แสงผ่านได้หรือไม่ได้ในปริมาณต่างกันได้ 3 ประเภท

1. **วัตถุโปร่งใส (Transparent Object)** เป็นวัตถุที่แสงผ่านไปได้เกือบหมดอย่างเป็นระเบียบเราจึงมองผ่านวัตถุนี้ได้อย่างชัดเจน เช่น น้ำใส แก้วใส เป็นต้น
2. **วัตถุโปร่งแสง (Translucent Object)** เป็นวัตถุที่แสงผ่านไปได้ บ้างแต่ไม่เป็นระเบียบเราจึงมองผ่านวัตถุนี้ได้ไม่ชัด เช่น น้ำขุ่น กระดาษฝ้า เป็นต้น
3. **วัตถุทึบแสง (Opaque Object)** เป็นวัตถุที่แสงผ่านไปได้เลย แสงทั้งหมดจะถูกดูดกลืนไว้หรือสะท้อนกลับ เราจึงไม่สามารถมองผ่านวัตถุชนิดนี้ได้ เช่น กระดาษขาว ผงแป้ง เป็นต้น

สารสี (Pigment)

ในวัตถุทึบแสง เมื่อให้แสงขาวตกกระทบ แสงจะไม่สามารถทะลุผ่านไปได้แต่จะสะท้อนกลับและในการสะท้อนแสงออกมาพบว่าวัตถุต่างชนิดกันปริมาณแสงและแสงสีที่สะท้อนก็ต่างกันด้วย เราจึงเห็นวัตถุนั้นมีสีต่าง ๆ กันตามแสงสีที่สะท้อนกลับออกมา ตัวที่กำหนดแสงสีที่สะท้อนกลับออกมาหรือดูดกลืนแสงสีต่าง ๆ ไว้ก็คือ สารสี ในวัตถุนั้น ๆ เช่น การมองเห็นใบไม้สีเขียว และดอกไม้เป็นสีแดงเป็นเพราะใบไม้มีคลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียว ซึ่งดูดกลืนแสงบางสีไว้ และสะท้อนแสงสีเขียวออกมามากที่สุด ส่วนดอกไม้จะมีสารสีแดง ซึ่งดูดกลืนแสงบางสีไว้ และสะท้อนแสงสีแดงออกมามากที่สุด ในทำนองเดียวกัน สารสีสีดำจะดูดกลืนแสงทุกสีที่ตกกระทบทำให้ไม่มีแสงสีใด ๆ สะท้อนออกมาเลย เราจึงเห็นวัตถุเป็นสีดำ ส่วนสารสีสีขาวจะสะท้อนแสงทุกสีที่ตกกระทบ จึงเห็นแสงสีรวมกันเป็นสีขาว

การผสมสารสี

การที่เราเห็นวัตถุมีสีใด ก็เนื่องจากแสงสีนั้นสะท้อนจากวัตถุมาเข้าตา ส่วนการเห็นแสงสีทะลุผ่านวัตถุนั้นไม่ค่อยได้พบเห็นนัก แสงสีใดจะสะท้อนออกจากวัตถุก็เนื่องจากสารสี ที่ผิววัตถุนั้น ๆ ถ้าต้องการเห็นสีตามธรรมชาติของวัตถุ จะต้องดูวัตถุนั้นด้วยแสงขาวธรรมชาติจากดวงอาทิตย์

สารสีปฐมภูมิ เป็นสารสีที่ไม่อาจสร้างขึ้นจากการผสมสารสีอื่น ๆ ได้ มีด้วยกัน 3 สี คือ สีเหลือง สีแดงม่วง และสีน้ำเงิน การดูดกลืนและการสะท้อนของสารสีปฐมภูมิ เมื่อผ่านแสงขาวจากดวงอาทิตย์ มีดังนี้

สารสีเหลือง จะไม่ดูดกลืน (สะท้อน) แดงสีเหลือง นอกนั้นดูดกลืนหมด

สารสีแดงม่วง จะไม่ดูดกลืน (สะท้อน) แดงสีแดงม่วง นอกนั้นดูดกลืนหมด

สารสีน้ำเงินเขียว จะไม่ดูดกลืน (สะท้อน) แดงสีน้ำเงินเขียว นอกนั้นดูดกลืนหมด



การผสมสารสี การที่เราเห็นวัตถุสีต่างๆ เป็นเพราะวัตถุมีสารสีซึ่งดูดกลืนแสงสีบางแสงสีไว้แล้วสะท้อนบางแสงสีออกมาทำให้เราเห็นวัตถุตามสีที่สะท้อนออกมา การผสมสารสีนี้เราอาจใช้สีที่เราใช้ระบายในวิชาวาดเขียนมาผสมสีจะได้ผลดังนี้



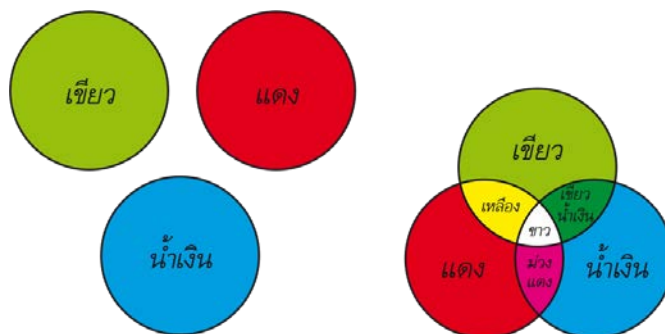
ที่มา : <https://goo.gl/ny2htj>

ข้อสังเกต สีปฐมภูมิ เป็นสารสีที่ไม่อาจสร้างขึ้นจากการผสมสารสีอื่นๆ มี 3 สี ได้แก่ สีเหลือง สีแดงม่วง และสีน้ำเงินเขียว ถ้านำสารสีปฐมภูมิทั้งสามมาผสมกันด้วยปริมาณที่เท่ากัน จะได้สารสีผสมนี้เป็นสารสีดำ และได้หลากสี ยกเว้นสารสีขาว ไม่อาจทำให้เกิดได้ด้วยการผสมสารสีอื่น ๆ

การผสมแสงสี

ในการมองเห็นแสงที่สะท้อนหรือทะลุผ่านออกมาจากวัตถุต่าง ๆ มักไม่ออกมาเพียงสีเดียว แต่เป็นการมองเห็นสีของวัตถุที่เกิดจากแสงสีผสมกัน

การผสมแสงสี แสงสีปฐมภูมิประกอบไปด้วย แสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน การผสมแสงสีกระทำได้โดยการฉายแสงสีปฐมภูมิไปบนฉากสีขาว จะได้ผลดังนี้



(ก) แสงสีปฐมภูมิ

(ข) ผลของการผสมแสงสีปฐมภูมิ

ที่มา : <https://goo.gl/7FCRU5>

หมายเหตุ ถ้านำแสงสีปฐมภูมิมาผสมกันด้วยสัดส่วนต่าง ๆ กัน จะเกิดแสงสีต่าง ๆ กันได้หลายสี ยกเว้น แสงสีดำ ไม่อาจทำให้เกิดได้ด้วยการผสมแสงสี

สารสีทุติยภูมิและแสงสีทุติยภูมิ คือสีที่เกิดจากการนำสารสีปฐมภูมิ หรือแสงสีปฐมภูมิมาผสมกันแล้วเกิดสีใหม่ขึ้นมา

แสงสีเติมเต็ม คือแสงสีที่ผสมกับแสงสีอีกสีหนึ่งแล้วได้แสงขาว เช่น แสงสีเหลืองผสมกับกับแสงสีน้ำเงินแล้วได้แสงขาว เราเรียกแสงสีเหลืองว่าเป็นแสงเติมเต็มของแสงสีน้ำเงิน และในทำนองเดียวกัน แสงสีน้ำเงินก็เป็นแสงสีเติมเต็มของแสงสีเหลือง



ใบกิจกรรมที่ 5.3 : เรื่องสีของวัตถุ

กิจกรรม

สีของวัตถุ

จุดประสงค์

1. ทดลองเพื่อสังเกตการดูดกลืนแสงสีของแผ่นกรองแสงสี
2. อธิบายสารสีปฐุมภูมิได้
3. ทดลองเพื่อสังเกตการผสมแสงสีปฐุมภูมิ และอธิบายความหมาย ของแสงสีปฐุมภูมิได้

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1. กล่องแสง	1 กล่อง
2. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
3. แผ่นช่องแสงชนิด 1 ช่อง	1 แผ่น
4. กระดาษ A 4	1 แผ่น
5. แผ่นพลาสติกสีต่าง ๆ	
6. ปริซึม	1 อัน

วิธีทำกิจกรรม

1. ต่อหลอดไฟฟ้าของกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลงโวลต์ต่ำ 12 โวลต์
2. ใช้แผ่นช่องแสงที่มี 1 ช่องปิดหน้ากล่องแสง ให้แสงผ่านปริซึมสามเหลี่ยมที่วางกระดาษขาว ปรับมุมตกกระทบที่ปริซึม เพื่อให้เห็นการกระจายแสงมากที่สุด
3. นำแผ่นพลาสติกสีส้ม สีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง สีส้ม และสีแดง มาวางกั้นหน้าช่องแสงที่ละแผ่น สังเกตและบันทึกแถบสี



บันทึกผลการทำกิจกรรม (ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม)

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





ใบกิจกรรมที่ 5.4 : เรื่องการผสมแสงสีบนฉาก

กิจกรรม

การผสมแสงสีบนฉากขาว

จุดประสงค์

นักเรียนสามารถทำกิจกรรมและสรุปผลการผสมแสงสีบนฉากขาวจากการทดลองได้

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1. กล่องผสมแสงสี	1 กล่อง

วิธีทำกิจกรรม

1. ถือก้อนผสมแสงสีโดยหันด้านที่มีแผ่นกรองแสงสี แดง เขียว และน้ำเงิน รับแสงจากดวงอาทิตย์ จัดแสงที่ผ่านช่องปรับแนวลำแสงให้ตกกระทบบน ผนังที่กำหนดไว้
2. ปรับแผ่นกรองแสงสีทั้งสามจนกระทั่งเห็นวงสีทั้งสามบนฉากสีขาว
3. จากนั้นปรับแผ่นกรองแสงสีทั้งสามให้สีซ้อนทับกัน ตามลำดับ ดังนี้ แดงและเขียว แดงและน้ำเงิน เขียวและน้ำเงิน แดง เขียว และน้ำเงิน สังเกตแสงสีผสมที่ปรากฏบนฉาก ในแต่ละครั้งแล้วบันทึกผล



บันทึกผลการทำกิจกรรม (ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม)

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





ใบกิจกรรมที่ 5.5 : เรื่องการมองเห็นสี

คำชี้แจง : ให้นักเรียน คิด วิเคราะห์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายว่า แขนงกรองแสงมีผลต่อความสว่างอย่างไร

.....

.....

.....

2. สารสีปฐมภูมิประกอบด้วยสารสีใดบ้าง เมื่อผสมสารสีปฐมภูมิทีละคู่จะได้สารสีใดบ้าง

.....

.....

.....

3. ถ้าฉายแสงสีเหลืองไปที่วัตถุสีขาว จะมองเห็นวัตถุเป็นสีอะไร

.....

.....

.....

4. ถ้าให้แสงสีต่าง ๆ ตกกระทบวัตถุทึบแสง จะเห็นสีของวัตถุต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. เมื่อฉายแสงที่วัตถุด้วยแสงขาว เห็นวัตถุ ก. สีขาว และวัตถุ ข. มีสีเขียว (วัตถุทั้งสองเป็นวัตถุโปร่งแสง) ถ้าฉายแสงสีแดงที่วัตถุ อยากทราบว่า ก. และ ข. ปรากฏเป็นสีอะไร

.....

.....

.....

6. ในชีวิตประจำวัน เคยเห็นแสงสีใดบ้าง บรรยายหรือเสนอความคิดเกี่ยวกับแสงสีที่เห็น

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมที่ 5.6 : ผังมโนทัศน์ (Concept map)
เรื่อง ตาและการมองเห็น

คำชี้แจง ; ให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาเรื่อง ตาและการมองเห็น โดยนำเสนอข้อมูล
ในรูปของผังมโนทัศน์ (Concept map)





8. ข้อใดถูกต้อง

- ก. อาการตาบอดสีของคน อาจเกิดได้กับทุกคน
- ข. คนตาบอดสีจะเห็นวัตถุที่มีสีเป็นสีขาว
- ค. ถ้าไม่มีการกระเจิงของแสง ในชั้นบรรยากาศโลกเราจะมองเห็นท้องฟ้าเป็นสีดำเหมือนกลางคืน
- ง. เซลล์ประสาทรูปกรวย เป็นเซลล์ที่ไวต่อแสงสีแดง เหลือง เขียว

9. ต่อไปนี้ตัวเลือกในข้อใดไม่สัมพันธ์กัน

- ก. ไดอะแฟรม – ม่านตา
- ข. สายตายาว – เลนส์นูน
- ค. กระจกข้างรถยนต์ – กระจกแก้ว
- ค. กล้องส่องทางไกล – ปริซึม

10. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1. แสงที่หักเหจากน้ำ 1 หยด มีแสงเพียงสีเดียวผ่านเข้าตาเรา
- 2. รุ้งปฐมภูมิมีสีม่วงอยู่ด้านล่างสุด
- 3. คนที่สายตาคิดปกติต้องเป็นมาแต่กำเนิด
- 4. หญิงมีโอกาสตาบอดสีมากกว่าชาย

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ถูกต้อง 1 ข้อ
- ข. ถูกต้อง 2 ข้อ
- ค. ถูกต้อง 3 ข้อ
- ง. ถูกต้อง 4 ข้อ

11. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1. การดูสุริยุปราคาควรดูผ่านแว่นตาพิเศษสำหรับการสังเกตปรากฏการณ์นี้
- 2. ความสว่างบนเรตินาที่มีค่ามากจะทำให้เรตินาถูกทำลายเกิดความเสียหาย

ข้อที่ถูกต้องคือข้อใด

- ก. ถูกทั้ง 2 ข้อ และ 1 เป็นเหตุผลของ 2
- ข. ถูกทั้ง 2 ข้อ และ ข้อ 2 เป็นเหตุผลของ 1
- ค. ข้อ 1 ผิด ข้อ 2 ถูก
- ค. ผิดทั้งคู่

12. นายไก่อ้วมเลื้อยสีเขียวกางเกงเหลืองอยู่ในห้องมืด ถ้าฉายแสงสีแดงไปยังนายไก่อ้วม จะเห็นเสื้อและกางเกงสีอะไร

- ก. แดง เขียว
- ข. น้ำเงิน ดำ
- ค. ดำ แดง
- ง. น้ำเงิน เขียว

13. สารสีใดเป็นสารสีเติมเต็มของกันและกัน

- ก. น้ำเงินเขียว – แดงม่วง
- ข. เหลือง – แดงม่วง
- ค. แดง – เขียว
- ง. น้ำเงิน – เหลือง

14. เมื่อฉายแสงสีน้ำเงินไปยังวัตถุทึบแสงสีเหลือง ในห้องมืด จะสังเกตเห็นวัตถุทึบแสงมีสีอะไร

- ก. ขาว
- ข. ดำ
- ค. น้ำเงินเขียว
- ง. ม่วงแดง

15. แสงสีใดเมื่อนำมาฉายผสมกันบนฉากขาวแล้วจะได้แสงขาว

- ก. น้ำเงินกับเหลือง
- ข. แดงกับเขียว
- ค. ม่วงกับน้ำเงิน
- ง. เหลืองกับแดง



16. ข้อความต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับการเห็นสี

1. ในตอนเช้าของวันในฤดูหนาว จะสังเกตเห็นดวงอาทิตย์สีแดงเพราะแสงสีอื่นกระเจิงไปหมดเหลือแต่แสงสีแดงทะลุบรรยากาศมา
2. เมื่อนำแผ่นกรองแสงสีเขียวและเหลืองมาซ้อนกัน แล้วมองแสงขาวผ่านแผ่นกรองแสงทั้งสองแผ่นจะเห็นแสงสีขาวเป็นสีเหลือง
3. การที่สังเกตเห็นเมฆฝนมีสีดำเป็นเพราะเมฆฝนดูดกลืนแสงสีแดง เขียว น้ำเงิน จากดวงอาทิตย์ไว้หมด

ข้อที่ถูกต้องได้แก่ข้อใด

- | | |
|----------------|----------------|
| ก. ข้อ 1 | ข. ข้อ 1 และ 3 |
| ค. ข้อ 2 และ 3 | ง. ข้อ 1 และ 2 |

17. เมื่อให้แสงขาวหักเหผ่านปริซึมคำกล่าวข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. แสงสีแดงเบี่ยงเบนน้อยที่สุด
- ข. มุมหักเหของแสงสีแดงโตที่สุด
- ค. อัตราเร็วของแสงสีแดงในปริซึมน้อยที่สุด
- ง. ดัชนีหักเหของแสงสีแดงในปริซึมน้อยที่สุด

15. ดอกไม้ดอกหนึ่งส่องด้วยแสงสีขาว เมื่อมองผ่านแผ่นกรองแสงสีเขียว จะเห็นดอกไม้เป็นสีเขียว ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงินจะเห็นดอกไม้เป็นสีน้ำเงิน ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงสีฟ้า จะเห็นดอกไม้เป็นสีฟ้าดอกไม้ดอกนี้คืออะไร

- | | |
|----------|------------|
| ก. ฟ้า | ข. แดง |
| ค. เขียว | ง. น้ำเงิน |

19. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก. เมื่อให้แสงขาวผ่านปริซึม พบว่าแสงที่หักเหออกจากปริซึมมีสีต่าง ๆ กัน มุมที่แสงแต่ละสีกระทำกับผิวของปริซึมเรียกว่า มุมเบี่ยงเบน
- ข. การที่แสงแต่ละสีหักเหออกจากปริซึมได้ไม่เท่ากัน แสดงว่า ดัชนีหักเหของตัวกลางเนื้อเดียวกันสำหรับแสงแต่ละสีมีค่าไม่เท่ากัน
- ค. รุ้งเกิดจากคุณสมบัติ 3 ประการของแสงคือ การสะท้อน หักเห และกระจายแสง
- ง. ผิดทุกข้อ

20. ต้นไม้ต้นหนึ่งมีสีเขียวภายใต้แสงอาทิตย์ ถ้านำต้นไม้ต้นนี้มาไว้ในห้องที่มีแสงสีม่วงแดง จะเห็นต้นไม้ต้นนี้สีอะไร

- | | |
|------------|--------------|
| ค. สีดำ | ข. สีขาว |
| ค. สีเขียว | ง. สีม่วงแดง |



แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว30203 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์
ชุดที่ 5 ตาและการมองเห็น

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยมีทั้งหมด 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
2. ทำเครื่องหมายกากบาท (X) บนตัวเลือก ก, ข, ค หรือ ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ถ้าต้องการให้ความสว่างบนพื้นทางเดินขนาด 20 ตารางเมตร มีค่า 200 ลักซ์ จะต้องใช้หลอดไฟฟ้าที่มีอัตราการให้พลังงานแสงเท่าใด กำหนดความสูญเสียเนื่องจากตัวสะท้อนแสง 25 %

ก. 2500 ลูเมน

ข. 5,000 ลูเมน

ค. 7,500 ลูเมน

ง. 10,000 ลูเมน

2. ต่อไปนี้ตัวเลือกในข้อใดไม่สัมพันธ์กัน

ก. ไดอะแฟรม – ม่านตา

ข. สายตาวาว – เลนส์นูน

ค. กระจกข้างรถยนต์ – กระจกแว้า

ค. กล้องส่องทางไกล – ปริซึม

3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตากับกล้องถ่ายรูป

1. ลูกตา ทำหน้าที่คล้ายตัวกล้อง

2. เปลือกตา ทำหน้าที่คล้ายชัตเตอร์

3. เลนส์ตา ทำหน้าที่คล้ายเลนส์กล้อง

4. ม่านตา ทำหน้าที่คล้ายไดอะแฟรม

5. เรตินา ทำหน้าที่คล้ายฟิล์ม

ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

ก. 1 , 3, 5

ข. 2, 4, 5

ง. 1, 2, 3

ง. ถูกทุกข้อ

4. ต้นไม้ต้นหนึ่งมีสีเขียวภายใต้แสงอาทิตย์ ถ้านำต้นไม้ต้นนี้มาไว้ในห้องที่มีแสงสีม่วงแดง จะเห็นต้นไม้ต้นนี้สีอะไร

ก. สีดำ

ข. สีขาว

ค. สีเขียว

ง. สีม่วงแดง



5. เปิดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ 8 หลอด ซึ่งแต่ละหลอดมีอัตราการให้พลังงานแสง 2,700 ลูเมน ในห้องเรียน 74 ตารางเมตร มีตัวสะท้อนแสง ทำให้ไม่มีแสงสว่างจากหลอดไฟตกที่เพดานด้านบนจนหาความสว่าง โดยเฉลี่ยของห้องนี้

- | | |
|--------------|--------------|
| ก. 240 ลักซ์ | ข. 265 ลักซ์ |
| ค. 292 ลักซ์ | ง. 320 ลักซ์ |

6. ข้อใดถูกต้อง

- ก. อาการตาบอดสีของคน อาจเกิดได้กับทุกคน
- ข. คนตาบอดสีจะเห็นวัตถุที่มีสีเป็นสีขาว
- ค. เซลล์ประสาทรูปกรวย เป็นเซลล์ที่ไวต่อแสงสีแดง เหลือง เขียว
- ง. ถ้าไม่มีการกระเจิงของแสง ในชั้นบรรยากาศโลกเราจะมองเห็นท้องฟ้าเป็นสีดำเหมือนกลางคืน

7. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวผิด

- ก. แสงสีปฐุมภูมิคือแสงสีเหลือง, เขียว, น้ำเงิน
- ข. สารสีปฐุมภูมิคือ สีเหลือง, ม่วงแดง, น้ำเงินเขียว
- ค. สารสีแดง, สีเขียวและสีน้ำเงินรวมกันได้สีขาว
- ง. สารสีม่วงแดง, สีเหลือง และสีน้ำเงินรวมกันได้แสงขาว

8. ถ้าตาของเรามองดูแสงสีน้ำเงินเป็นเวลานาน ๆ แล้วเปลี่ยนมาดูแสงสีขาวทันที ตาจะมองเห็นเป็นแสงสีใด

- | | |
|--------------|------------|
| ก. สีเหลือง | ข. สีเขียว |
| ค. สีน้ำเงิน | ง. สีขาว |

9. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1. การเห็นวัตถุมีสีใด แสดงว่าแสงสีนั้น สะท้อนเข้าสู่ตา
- 2. วัตถุสีเหลืองจะสะท้อนแสงสีเหลืองเท่านั้น
- 3. แผ่นกรองแสงสารเขียวและแสงสีแดงซ้อนติดกันเมื่อฉายแสงขาวผ่านแผ่นกรองแสงทั้งสองจะได้แสงสีน้ำเงิน
- 4. วัตถุสีม่วงแดงจะสะท้อนแสงสีม่วงแดง สีแดง สีน้ำเงิน
- 5. ถ้าเห็นวัตถุเปลี่ยนสีได้ตามแสงที่ตกกระทบ แสดงว่าวัตถุมีสีขาว

ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

- | | |
|------------|------------|
| ก. 1, 2, 3 | ข. 1, 4, 5 |
| ค. 2, 3, 4 | ง. 1, 3, 4 |



10. ข้อความใดต่อไปนี้กล่าวผิด

- ก. คนตาบอดสี คือคนที่มีประสาทรับสีผิดปกติ
ข. คนที่มีสายตาสั้นจำเป็นต้องเป็นมาแต่กำเนิด
ค. คนสายตาสั้น จุดใกล้เท่ากับ 25 ซม. จุดไกลน้อยกว่าระยะอนันต์
ง. คนสายตายาว จุดใกล้มากกว่า 25 ซม. จุดไกลเท่ากับระยะอนันต์



....ข้อมูลนักเรียน....

ชื่อ - สกุล

ชั้น.....เลขที่.....

คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
10	
	() ผ่าน
	() ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมิน	
คะแนน	ระดับคุณภาพ
9 - 10	ดีมาก
7 - 8	ดี
5 - 6	พอใช้
0 - 4	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ :
คุรุสภาลาดพร้าว, 2551.

_____. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว, 2554.

_____. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว, 2554.

คณาจารย์แม่ค. Compact ฟิสิกส์ ม.5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม่ค, 2551

จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. คู่มือรวมสุดยอดเทคนิค ฟิสิกส์ Entrance. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา,
2550.

เจริญ บุระตะ. ฟิสิกส์เล่ม 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์นิพนธ์, 2556.

จำรูญ ณ ระนอง. หนังสือคู่มือฟิสิกส์พันธะ เล่ม 2 กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต, ม.ป.ป.

นภดล ทองอยู่สุข. Newสรุปเข้มฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.5 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม่คจำกัด,
2552.

นิรันดร์ สุวรัตน์. คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 2

(แสง เสียง แสง กับทัศนอุปกรณ์). กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา, 2552.

_____. คู่มือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม. 4 – 6 เล่ม 3. กรุงเทพฯ : พ.ศ.พัฒนา จำกัด, 2554.

ประกิตเฝ้า ทมิฬชงค์. คู่มือเตรียมสอบฟิสิกส์ 4 ม.5. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง, 2550.

ประสิทธิ์ จันตะภา. ฟิสิกส์เพิ่มเติมเล่ม 3. กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต, 2554.

สมเด็จ วงค์มาต. ดิวฟิต ฟิสิกส์ ตามแนวทวิศึกษา ม.4 – 6 เล่ม 3. กรุงเทพฯ : พ.ศ.พัฒนา จำกัด,
2558.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3.

กรุงเทพฯ : สกสค.ลาดพร้าว, 2558.

_____. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : สกสค.ลาดพร้าว, 2557.





เฉลยคำตอบ
“แบบทดสอบก่อนเรียน”

ชุดที่ 5 ตาและการมองเห็น

ก่อนเรียน

1. ค
2. ข
3. ง
4. ข
5. ก
6. ง
7. ค
8. ข
9. ค
10. ก



เฉลยคำตอบ “ใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่องความสว่าง”

คำชี้แจง : ให้นักเรียน คิด วิเคราะห์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกหน่วยและสัญลักษณ์ของปริมาณต่อไปนี้

ปริมาณ	ความหมาย	สัญลักษณ์ ปริมาณ	หน่วย
ฟลักซ์ส่องสว่าง	ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกตั้งฉากกับพื้นที่ หรือ อัตราพลังงานแสงที่ตกบนพื้นที่	F	ลูเมน (lm)
ความสว่าง	ความสว่าง	E	ลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m ²) หรือ ลักซ์ (lx)
พื้นที่รับแสง	พื้นที่รับแสง	A	ตารางเมตร

2. กล่องหลอดไฟมีข้อมูลระบุว่า 20 W 11 lm/m² อีกกล่องระบุว่า 20 W 69 lm/m²

หลอดไฟทั้งสองแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ ให้ความสว่างที่แตกต่างกัน โดย หลอดไฟที่ระบุว่า 69 lm/m² จะให้ความสว่างมากกว่าหลอดไฟที่ระบุว่า 11 lm/m²

3. หลอดไฟฟ้าที่มีตัวสะท้อนแสงที่ตีบรรจุภายใน ให้แสงสว่างตกกระทบพื้นโต๊ะเป็นรูปวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับ 20 เซนติเมตร ถ้าหลอดไฟฟ้ามีฟลักซ์ส่องสว่าง 500 ลูเมน ความสว่างบนพื้นโต๊ะเป็นเท่าใด

วิธีทำ จากสูตร $E = \frac{F}{A}$
 เมื่อ F คือ ฟลักซ์ส่องสว่าง = 500 ลูเมน
 A คือ พื้นที่รับแสง = $\pi R^2 = (3.14)(0.2)^2 = 0.1256$ ตารางเมตร
 แทนค่าในสูตร $E = \frac{500}{0.1256}$
 $= 3981$ ลักซ์

ตอบ ดังนั้นความสว่างบนพื้นโต๊ะนี้มีค่า 3981 ลักซ์



4. ติดหลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ 3 หลอด ที่มีฟลักซ์ส่องสว่าง 2,700 ลูเมน โดยมีตัวสะท้อนแสง ให้พลังงานทั้งหมดตกบนพื้นโต๊ะที่มีพื้นที่ 10 ตารางเมตร ให้หาความสว่างบนโต๊ะนี้

วิธีทำ จากสูตร $E = \frac{F}{A}$

เมื่อ F คือ ฟลักซ์ส่องสว่าง $= 2,700 \times 3 = 8,100$ ลูเมน

A คือ พื้นที่รับแสง $= 10$ ตารางเมตร

แทนค่าในสูตร $E = \frac{8,100}{10}$

$= 810$ ลักซ์

ตอบ ดังนั้นความสว่างบนพื้นที่มีค่า 810 ลักซ์

5. หอประชุมในโรงเรียนแห่งหนึ่งมีพื้นที่ 800 ตารางเมตร ถ้าต้องการให้ความสว่างเฉลี่ยที่พื้นหอประชุมมีค่า 200 ลักซ์ จะต้องใช้หลอดไฟ 40 วัตต์ อย่างน้อยที่สุดกี่หลอด (พิจารณาทั้งหลอดไฟไส้ 40 วัตต์มีอัตราการให้พลังงานแสง 500 ลูเมน และหลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ มีอัตราการให้พลังงานแสง 2,700 ลูเมน)

วิธีทำ จากสูตร $E = \frac{F}{A}$

ห้องประชุมมีพื้นที่ $A = 800$ ตารางเมตร และความสว่างเฉลี่ย $E = 200$ ลักซ์

1. การคำนวณจำนวนหลอดไฟ 40 วัตต์ มีอัตราการให้พลังงานแสง 500 ลูเมน จะใช้จำนวน n หลอด ดังนั้น $F = n(500 \text{ lm})$

แทนค่าลงในสูตร $E = \frac{F}{A}$

$$200 = \frac{n(500)}{800} \quad \text{จะได้ } n = 320$$

2. การคำนวณจำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ มีอัตราการให้พลังงานแสง 2,700 ลูเมน จะใช้หลอดจำนวน n หลอด ดังนั้น $F = n(2,700 \text{ lm})$

แทนค่าลงในสูตร $E = \frac{F}{A}$

$$200 = \frac{n(2,700)}{800} \quad \text{จะได้ } n = 59.26$$

ตอบ ดังนั้นจะใช้หลอดไฟแบบไส้อย่างน้อย 320 หลอด หรือใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์อย่างน้อย 60 หลอด



เฉลยคำตอบ
“ใบกิจกรรมที่ 5.2 เรื่องตา”

คำชี้แจง : ให้นักเรียน คิด วิเคราะห์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. พิจารณาข้อความที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ หากข้อความนั้นถูกต้อง และเครื่องหมาย X หากข้อความนั้นไม่ถูกต้อง พร้อมทั้งแก้ไขข้อความนั้นให้ถูกต้อง

ข้อความ	✓	X	ข้อความที่แก้ไขให้ถูกต้อง
1. ม่านตา ทำหน้าที่คล้ายฟิล์มถ่ายรูป โดยเปลี่ยนระยะโฟกัสของเลนส์ ด้วยวิธีบังคับรูปร่างของเลนส์ตา		X	ม่านตา ทำหน้าที่ ปรับความเข้มของแสง โดยการปรับขนาดของพิวพิลคล้าย ไดอะแฟรมกล้องถ่ายภาพ
2. หลักการทำงานของตา แสงจากวัตถุหักเหผ่านเลนส์ตา (เลนส์นูน) จากนั้นเกิดภาพจริงบนเรตินา (ฉาก)	✓		
3. ตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดที่สายตาคคนปกติสามารถมองเห็นภาพชัดเจนมีค่าประมาณ 45 เซนติเมตร		X	ตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดที่สายตาคคนปกติสามารถมองเห็นภาพชัดเจน มีค่าประมาณ 25 เซนติเมตร
4. เลนส์ตาเปรียบเสมือนเลนส์นูนรับแสง แล้วหักเหแสงให้ไปรวมกันที่เรตินา เพื่อให้เกิดภาพ ถ้าแสงมีความเข้มหรือสว่างมากก็เหมือนกับเอาเลนส์นูนไปรับแสงอาทิตย์แล้วรวมแสงไปที่จุดโฟกัส ถ้ามีกระดากก็จะลูกไหม้ ซึ่งทำนองเดียวกัน เรตินาก็จะได้รับอันตรายทำให้ตาบอดได้	✓		
5. สายตาวัว เป็นความผิดปกติของสายตาที่แสงรวมกันและตกลงที่ระยะก่อนถึงเรตินา ทำให้มองเห็นวัตถุในระยะใกล้ไม่ชัดเจนสามารถแก้ไขได้โดยการสวมแว่นสายตาที่ทำจากเลนส์เว้า เพื่อช่วยกระจายแสงให้มารวมกันและตกลงที่เรตินาพอดี		X	คนสายตาวัว เป็นความผิดปกติของสายตาที่แสงรวมกันและตกลงที่ระยะหลังเรตินา ทำให้มองเห็นวัตถุในระยะใกล้ไม่ชัดเจน สามารถแก้ไขได้โดยการสวมแว่นสายตาที่ทำจากเลนส์นูน เพื่อช่วยรวมแสงให้มารวมกันและตกลงที่เรตินา



2. จงอธิบายสาเหตุของคนสายตาสั้นและสายตายาว พร้อมการแก้ไข (2 คะแนน)

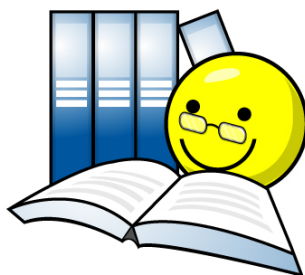
แนวคำตอบ คนสายตาสั้น จะเกิดภาพที่เรตินาพอดี แต่คนสายตาสั้น ภาพของวัตถุเกิดก่อนถึงเรตินา การแก้ไขโดยใช้เลนส์เว้าเพื่อกระจายรังสีของแสงให้ไปตัดกันที่เรตินาพอดี ส่วนสายตายาว ภาพของวัตถุจะเกิดเลยเรตินา การแก้ไขโดยใช้เลนส์นูนเพื่อรวมรังสีของแสงให้ไปตัดกันที่เรตินาพอดี

3. จงเสนอวิธีการถนอมสายตาจากการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน (2 คะแนน)

แนวคำตอบ วิธีการถนอมสายตาเนื่องจากการใช้งานคอมพิวเตอร์นาน ๆ ได้แก่ กระจับตาให้ถี่ขึ้น พักสายตาทุก ๆ ชั่วโมง จัดวางคอมพิวเตอร์และปรับความสว่างในห้องให้เหมาะสม เปลี่ยนอิริยาบถ เช่น เดินหรือมองที่อื่นบ้าง ซึ่งเป็นการพักสายตาและป้องกันอาการปวดเมื่อยจากการนั่งเป็นเวลานาน ๆ

4. ยกตัวอย่างแหล่งกำเนิดแสงหรือสถานการณ์ที่ให้แสงที่สว่างจ้ามาก ๆ (2 คะแนน)

แนวคำตอบ แหล่งกำเนิดแสงที่ให้แสงที่มีความเข้มสูงหรือสว่างจ้า เช่น ดวงอาทิตย์ การเชื่อมโลหะ สปอร์ตไลท์กำลังสูง เลเซอร์โปรเจกเตอร์ เป็นต้น จะเป็นอันตรายต่อเรตินา จึงห้ามมองย้อนลำแสงไปยังแหล่งกำเนิดแสงเด็ดขาดโดยไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน





เฉลยคำตอบ
“ใบกิจกรรมที่ 5.3 เรื่องสีของวัตถุ”

บันทึกผลการทำกิจกรรม (ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม)

สีของแผ่น พลาสติกใส	สีของแผ่น พลาสติกใสที่ เห็นด้วยตาเปล่า	แถบสีที่เห็นเมื่อใช้ปริซึมสามเหลี่ยมกันระหว่าง แสงที่ผ่านแผ่นพลาสติกใสสี					
		ม่วง	น้ำเงิน	เขียว	เหลือง	แสด	แดง
สีน้ำเงิน	สีน้ำเงิน	✓	✓	✓	✓	✓	
สีเขียว	สีเขียว		✓	✓	✓		
สีเหลือง	สีเหลือง			✓	✓	✓	
สีแดง	สีแดง					✓	✓

สรุปผลการทำกิจกรรม

แนวคำตอบ

- เมื่อนำแผ่นพลาสติกใสสีต่าง ๆ มาวางกันหน้าหลอดไฟ แล้วมองลำแสงที่ออกมาจากช่องแสง จะได้สีของแสงนั้น ๆ ดังผลตาราง
- เมื่อนำปริซึมสามเหลี่ยมกระจายแสงสีที่ผ่านแผ่นพลาสติกใสสี จะพบว่าแผ่นพลาสติกใสสีจะยอมให้สเปกตรัมของแสงขาวบางช่วงผ่านไปได้เท่านั้น แต่จะดุดกั้นบางช่วงไว้ ซึ่งแผ่นพลาสติกใสสีนี้เรียกว่า แผ่นกรองแสงสี



เฉลยคำตอบ
“ใบกิจกรรมที่ 5.4 เรื่องการผสมสารสี”

บันทึกผลการทำกิจกรรม (ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม)

วงสีของแสงที่มาซ้อน	สีที่ปรากฏบนฉากบริเวณที่วงสีซ้อนกัน
แดง เขียว	เหลือง
แดง น้ำเงิน	แดงม่วง
เขียว น้ำเงิน	น้ำเงินเขียว
แดง เขียว น้ำเงิน	ขาว

สรุปผลการทำกิจกรรม

แนวคำตอบ

- เมื่อนำแสงสีต่าง ๆ มาผสมกันจะได้แสงสีใหม่ ได้แก่
 1. สีแดงผสมกับสีเขียว จะได้ สีเหลือง
 2. สีแดงผสมกับสีน้ำเงิน จะได้สีแดงม่วง
 3. สีเขียวผสมกับสีน้ำเงิน จะได้สีน้ำเงินเขียว
 4. และสีแดงผสมกับสีเขียวและสีน้ำเงิน จะได้สีขาว



เฉลยคำตอบ “ใบกิจกรรมที่ 5.5 เรื่องการเห็นสี”

คำชี้แจง : ให้นักเรียน คิด วิเคราะห์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายว่า แผ่นกรองแสงมีผลต่อความสว่างอย่างไร

แนวคำตอบ ช่วยลดปริมาณของแสงสีให้น้อยลง หรือต้องการให้แสงเพียงบางสีเท่านั้นผ่านออกมา จึงทำให้ความสว่างบนพื้นที่ลดลง

2. สารสีปฐมภูมิประกอบด้วยสารสีใดบ้าง เมื่อผสมสารสีปฐมภูมิทีละคู่จะได้สารสีใดบ้าง

แนวคำตอบ สารสีปฐมภูมิประกอบด้วยสารสีเหลือง แดงม่วงและน้ำเงินเขียว เมื่อผสมสารสีปฐมภูมิทีละคู่ คือ ผสมสารสีเหลืองและสีแดงม่วงจะได้สารสีแดง ผสมสารสีแดงม่วงและน้ำเงินเขียว จะได้สารสีน้ำเงิน ผสมสารสีน้ำเงินเขียวและเหลืองจะได้สารสีเขียว (สารสีแดง สารสีน้ำเงิน และสารสีเขียว เรียกว่า สารทุติยภูมิ)

3. ถ้าฉายแสงสีเหลืองไปที่วัตถุสีขาว จะมองเห็นวัตถุเป็นสีอะไร

แนวคำตอบ วัตถุสีขาวสะท้อนแสงทุกสี ดังนั้นเมื่อฉายแสงสีเหลืองไปที่วัตถุสีขาว วัตถุจะสะท้อนแสงสีเหลืองออกมา เราจะมองเห็นวัตถุเป็นสีเหลือง

4. ถ้าให้แสงสีต่าง ๆ ตกกระทบวัตถุทึบแสง จะเห็นสีของวัตถุต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เมื่อให้แสงสีต่าง ๆ ตกกระทบวัตถุทึบแสง จะเห็นสีของวัตถุต่างกัน เพราะวัตถุมีสารสีซึ่งทำหน้าที่ดูดกลืนแสง และแสงบางสีจะสะท้อนออกมา ถ้าแสงสีใดสะท้อนจากผิววัตถุ จะเห็นวัตถุเป็นสีนั้น

5. เมื่อฉายแสงที่วัตถุด้วยแสงขาว เห็นวัตถุ ก. สีขาว และวัตถุ ข. มีสีเขียว (วัตถุทั้งสองเป็นวัตถุโปร่งแสง) ถ้าฉายแสงสีแดงที่วัตถุ อยากทราบว่า ก. และ ข. ปรากฏเป็นสีอะไร

แนวคำตอบ วัตถุ ก. มีสีแดง วัตถุ ข. มีสีดำ

6. ในชีวิตประจำวัน เคยเห็นแสงสีใดบ้าง บรรยายหรือเสนอความคิดเกี่ยวกับแสงสีที่เห็น

พิจารณาจากคำตอบของนักเรียน



เฉลยคำตอบ

“ใบกิจกรรมที่ 5.6 เรื่อง ตาและการมองเห็น”

พิจารณาจากผลงานของนักเรียนตามเกณฑ์การประเมินผังมโนทัศน์



เฉลยคำตอบ
“ใบกิจกรรมเสริม : โจทย์ฝึกประสบการณ์”

กิจกรรมเสริม

เรื่อง ตาและการมองเห็น

- | | |
|-------|-------|
| 1. ก | 11. ข |
| 2. ง | 12. ค |
| 3. ง | 13. ง |
| 4. ค | 14. ข |
| 5. ก | 15. ก |
| 6. ง | 16. ก |
| 7. ง | 17. ค |
| 8. ค | 18. ก |
| 9. ค | 19. ก |
| 10. ข | 20. ข |



เฉลยคำตอบ
“แบบทดสอบหลังเรียน”

ชุดที่ 5 เรื่องตาและการมองเห็น

หลังเรียน

1. ข
2. ค
3. ง
4. ก
5. ค
6. ง
7. ค
8. ก
9. ข
10. ข