



เงาของตุ๊กตาคะทอดยาวเมื่อไร

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

ถ้าไม่มีแสง ก็ไม่เกิดเงา เด็กๆ คงเคยสังเกตเห็นเงาของตนเอง ในตอนหัวค่ำเมื่อเราเดินผ่านเสาไฟข้างถนนจะสังเกตเห็นว่าเงาของเราบางที่ใหญ่ บางที่เล็กหรือบางที่ดูเหมือนว่าเงาจะเดินนำหน้าเรา

ภาพรวมการทดลอง

เมื่อแหล่งกำเนิดแสงเคลื่อนเข้ามาใกล้ เงาของตุ๊กตาคะทอดยาวขึ้นกว่าปกติ การทดลองอย่างง่ายที่ช่วยให้เด็กๆ เรียนรู้เรื่องเงาได้เป็นอย่างดีนี้ จะทำให้ทราบว่าอะไรคือสิ่งจำเป็นสำหรับการเกิดเงา เด็กๆ สามารถค้นคว้าหาคำตอบอย่างสนุกสนานว่า ขนาด ความเข้ม และรูปร่างของเงาถูกทำให้เปลี่ยนแปลงได้อย่างไร จะสร้างเงาหลายๆ เงาขึ้นพร้อมกันได้อย่างไร

วัสดุอุปกรณ์

- โคมไฟตั้งโต๊ะ
- ไฟฉายที่มีกำลังไฟสูงและให้แสงไฟสม่ำเสมอ
- เทียนไข ไฟแช็ก และแผ่นรองทนความร้อน
- ผงแป้งขาวหรือกระดาษแข็งสีขาวแผ่นใหญ่
- วัตถุที่สร้างเงาได้ เช่น ตุ๊กตา

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: การเกิดเงา



รูปที่ 3: แหล่งกำเนิดแสง 2 แหล่ง สร้างเงา 2 เงา

สรุปแนวคิด

เงาเกิดขึ้นเมื่อวัตถุทึบแสงขวางการเดินทางของแสง เนื่องจากแสงเดินทางเป็นเส้นตรง ลำแสงที่ส่องไปยังวัตถุทึบแสงจะถูก

ดูดกลืนหรือสะท้อนกับพื้นผิวของวัตถุ การตัดกันของความสว่างและความมืด ทำให้เราเห็นเป็นเงา

เริ่มต้นจาก

- การทดลองนี้ควรทำในห้องมืด แหล่งกำเนิดแสงควรมีลักษณะเป็นจุด เช่น หลอดไฟ หรือเทียนไข หลอดไฟแอลูมิเนียมจะสร้างเงาที่คมชัด แต่จะให้ความร้อนสูง ควรตรวจสอบหลอดก่อนทดลอง
- ให้เด็กๆ ศึกษาเงาของวัตถุ (รูปที่ 2) จากนั้นให้เด็กๆ ขยับวัตถุเข้าใกล้ผนังหรือกระดาษแข็งโดยแต่ละคนใช้ไฟฉายสร้างเงาของวัตถุบนผนังกระดาษแข็งหรือพื้น โดยให้สังเกตว่าแสงไฟส่องจากทิศทางใดบ้าง

- (เช่น ด้านข้าง ด้านหลัง หรือระยะทางที่ไกลออกไป) และส่องไฟจากตำแหน่งใด (เช่น ยืนส่องไฟบนเก้าอี้)
- เงามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อขยับไฟฉายเข้าหรือออกจากวัตถุ ขนาด ความเข้ม และตำแหน่งของเงามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่
- เด็กๆ ค้นพบอะไรเกี่ยวกับเงาของวัตถุ เมื่อแหล่งกำเนิดแสงอยู่ตำแหน่งเดิม แต่วัตถุขยับเข้าและออก

ทดลองต่อไป

- ให้เด็กๆ ใช้ไฟฉาย 2 กระบอกส่องวัตถุจากระยะห่างที่เท่ากัน มีเงาเกิดขึ้นกี่เงา เงาที่เกิดขึ้นมีขนาดต่างกันหรือไม่ (รูปที่ 3)
- เงามีขนาดเท่าเดิมหรือไม่ เมื่อแหล่งกำเนิดแสงอยู่ห่างจากวัตถุในระยะต่างๆ
- เกิดอะไรขึ้นกับเงา เมื่อระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสงทั้ง 2 แหล่งลดลงหรือมากขึ้น เงาเคลื่อนมาซ้อนทับกันได้หรือไม่
- ให้บรรยายและวาดภาพสิ่งที่สังเกตเห็น



เงาของตุ๊กตาทะทอดยาวเมื่อไร

เกิดอะไรขึ้น

เงาจะเกิดด้านหลังของวัตถุที่บดแสง ซึ่งจะเห็นเป็นบริเวณมืด รูปร่างของวัตถุที่ถูกแสงส่องจะมองเห็นได้บนฉากสีขาว (ผนัง กระดาษ หรือพื้น) เงาจะปรากฏในแนวเส้นตรง จากแหล่งกำเนิดแสงและวัตถุเสมอ

เมื่อวัตถุหรือแหล่งกำเนิดแสงเคลื่อนที่ ขนาดของเงา จะเปลี่ยนไปและเคลื่อนที่ได้ ถ้าระยะห่างระหว่างวัตถุ

และแหล่งกำเนิดแสงลดลง เงาจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ต้องมีแสง 2 แหล่งส่องไปยังวัตถุ จึงจะเกิดเงา 2 เงา เมื่อ ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสง 2 แหล่งลดลง เงาจะ เคลื่อนมาใกล้กันมากขึ้นและอาจซ้อนทับกัน ซึ่งบริเวณนี้ จะมีมืดกว่าเงาบริเวณอื่น

คำแนะนำ

นำวัตถุ 2 ชิ้นที่มีขนาดเท่ากันหรือต่างกันมาวางหน้าฉากให้ เด็กๆ ใช้ไฟฉายส่องไปยังวัตถุทั้ง 2 ชิ้น เปลี่ยนระยะห่าง ระหว่างวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง (รูปที่ 4) เมื่อวัตถุ 2 ชิ้น ที่มีขนาดเท่ากันถูกส่องด้วยไฟในระยะห่างต่างกัน จะเกิดเงา ขนาดต่างๆ วัตถุ 2 ชิ้นที่มีขนาดต่างกันถูกส่องไฟจากระยะ ห่างเท่ากัน จะเกิดเงาที่มีขนาดต่างกัน ให้เด็กคนหนึ่งลุกขึ้น ยืนและส่องไฟไปที่วัตถุในแนวเฉียงจากด้านบน จากนั้น

ให้เด็กคนที่สองขยับวัตถุจากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งหนึ่ง เกิดอะไรขึ้นกับเงา เด็กๆ เคยสังเกตเห็นสิ่งที่เกิดขึ้นนี้ มาก่อนหรือไม่ และสังเกตเห็นที่ไหน (รูปที่ 5)

กิจกรรมนี้สามารถทำเพิ่มเติมได้ โดยให้เด็ก 2 คนส่องไฟฉาย มายังวัตถุในระยะห่างประมาณ 1-2 เมตร

ทำไมเป็นเช่นนั้น

เงาเกิดขึ้นเมื่อมีแสงส่องไปยังวัตถุที่บดแสง เนื่องจากแสง เดินทางเป็นเส้นตรง ลำแสงที่ส่องไปยังวัตถุที่บดแสงจะถูก ดูดกลืนหรือสะท้อนกับพื้นผิวจากวัตถุ การตัดกันของ ความสว่างและความมืดทำให้เราเห็นเป็นเงา

เงาจะปรากฏในแนวเส้นตรงเมื่อลากเส้นสมมติจากแหล่ง กำเนิดแสงไปยังวัตถุเสมอ เราสามารถระบุขอบของเงาได้ โดยลองลากเส้นตรงสมมติจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านขอบ

ของวัตถุไปจนถึงฉากหลัง ขอบของเงาจะปรากฏเป็นรูปร่าง ตามเส้นตรงเหล่านี้ โดยภายในขอบของเงาจะเห็นเป็น บริเวณมืด ถ้าเป็นแสงขาวเงาจะปรากฏเป็นภาพสองมิติ สีเทาดำบนผนังกระดาษหรือพื้น

เมื่อวัตถุถูกส่องด้วยไฟ 2 ดวง เงาที่เกิดจากหลอดไฟ แต่ละดวงจะสว่างกว่าปกติ เพราะถูกส่องจากไฟดวงอื่นด้วย แต่เงาในส่วนที่มีการทับซ้อนกันจะมีมืดกว่าเงาบริเวณอื่น

รูปที่ 4: ขนาดของเงามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อระยะทาง ระหว่างสิ่งของและแหล่งกำเนิดแสงเปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 5: ตุ๊กตาให้เงาที่ทอดยาวได้



ส่องกระจก

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

เด็กๆ คงรู้จักและเคยเห็นกระจก เราไม่เพียงแต่มองเห็นเงาของตัวเองในกระจกเท่านั้น แต่ยังมองเห็นเงาของตัวเองในฝ่ามือ ช้อน หรือทัพพี และเมื่อมองลงไปใต้น้ำหรือแม่น้ำที่ผิวน้ำราบเรียบ จะเห็นภาพหัวกลับของวิวทิวทัศน์โดยรอบอยู่ในน้ำ เราอาจจะมองทะลุผ่านกระจกหน้าต่างหรือมองเห็นเงาของตัวเองบนกระจกหน้าต่าง

ภาพรวมการทดลอง

ให้เด็กๆ หาวัตถุที่มีพื้นผิวสะท้อนแสงแบบต่างๆ และสรุปให้ได้ว่า พื้นผิวสะท้อนแสงที่เรียบจะให้ภาพแตกต่างจากพื้นผิวโค้ง จากนั้นศึกษาต่อว่า กระจกโปร่งใสจะมีสมบัติเป็นแผ่นกระจกหรือเป็นแผ่นกั้นกระจกเมื่อใด

วัสดุอุปกรณ์

- วัตถุที่มีพื้นผิวมันวาว (เช่น ช้อน หรือทัพพีโลหะ)
- กระจกเงาแบบต่างๆ (เช่น กระจกแต่งหน้า กระจกรถยนต์)
- กระจกเงาบานใหญ่ 1 บาน
- กระจกใส
- ครีมหาน้ำหรือเครื่องสำอาง
- ตัวต่อเลโก้
- กรรไกร
- ดินสอและดินสอสี

วัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติม

- กล้องซีดีเปล่าที่มีพื้นสีดำและฝาปิดใส
- กรอบรูปพร้อมแผ่นกระจก
- กระจกสีดำและกระจกสี

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: เรามองเห็นภาพตัวเองได้ดีบนวัตถุผิวมันวาว



รูปที่ 3: ด้านหลังผมคืออะไร

สรุปแนวคิด

แผ่นกระจกใสจะปล่อยให้แสงผ่านได้บางส่วนและจะสะท้อนแสงออกไปบางส่วน ทำให้เรามองเห็นภาพตัวเอง

ในแผ่นกระจกใสได้ ในขณะที่กระจกเงาสะท้อนแสงที่ตกกระทบเกือบทั้งหมด ทำให้เราเห็นภาพในกระจกเงาชัดเจน

เริ่มต้นจาก

- ให้เด็กๆ ช่วยกันรวบรวมกระจก และบอกชื่อที่ใช้เรียกกระจกเหล่านั้น (เช่น กระจกแต่งหน้า)
- ให้เด็กๆ นำวัตถุที่ส่องเห็นภาพได้มาทำการทดลอง (เช่น ช้อน หรือทัพพีโลหะ) (รูปที่ 2)
- ให้เด็กๆ สังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัวด้วยวัตถุสะท้อนแสงและกระจกเงา (รูปที่ 3)
- สังเกตลักษณะของวัตถุสะท้อนแสงและกระจกร่วมกับเด็กๆ ว่ามีรูปร่างแบบใด มีส่วนโค้งหรือไม่ วัตถุสะท้อนแสงหรือกระจกเงาแบบใดให้ภาพบิดเบี้ยว กระจกเงาแบบใดให้ภาพหัวกลับ

ทดลองต่อไป

- ให้เด็กๆ ยืนอยู่หน้ากระจกเงา ภาพที่เห็นในกระจกเงาเป็นด้านหน้าหรือด้านหลังของเด็กๆ
- ให้ยืนอยู่หน้ากระจกเงาและถือตุ๊กตา 1 ตัว จากนั้นชูตุ๊กตาขึ้น สังเกตภาพในกระจกเงาว่ามีข้อข้างไหนชูตุ๊กตาขึ้น ให้เด็กยืนชิดกระจกเงาและทำการทดลองใหม่อีกครั้ง
- ใช้ครีมหาน้ำหรือเครื่องสำอางแต้มจุด 1 จุดลงบนแก้มของเด็กๆ ภาพของจุดนี้อยู่ที่ตรงไหนในกระจก ใช้นิ้วมือลากเส้นระหว่างจุดบนแก้มและจุดในภาพบนกระจกเงา
- ตัดกระจกใสให้เป็นลูกศรและวาดลวดลายไว้ด้านหลัง จากนั้นถือลูกศรนี้ไว้ด้านหน้า และมองไปในกระจกเงา ลูกศรในมือและในกระจกชี้ไปในทิศทางใด ในกระจกเรามองเห็นลูกศรด้านที่มีลายหรือไม่มีลาย (รูปที่ 4)
- ให้เด็กๆ ยืนอยู่หน้ากระจกเงา และวางตัวต่อเลโก้สีต่างๆ ไว้หน้ากระจกเงา (รูปที่ 5) ภาพตัวต่อในกระจกเรียงลำดับเหมือนกับที่เรียงไว้หรือไม่



ส่องกระจก

เกิดอะไรขึ้น

ในกระจกเงา เราจะเห็นภาพขนาดเท่าของจริงเมื่อหันหน้าเข้าหากระจกเท่านั้น เราอาจรู้สึกเหมือนว่าภาพที่เห็นอยู่ด้านหลังกระจก ขณะที่ตุ๊กตาที่อยู่ในมือจะปรากฏภาพในกระจกในด้านตรงข้าม ส่วนภาพลูกศรในกระจกจะชี้ไปในทิศทางเดียวกับลูกศรที่อยู่ในมือเรา และภาพตัวต่อเลโก้ในกระจกจะเรียงลำดับเหมือนกับของจริง

กระจกโค้งหรือผิวสะท้อนโค้งจะให้ภาพบิดเบี้ยว กระจกที่เว้าเล็กน้อย (เช่น กระจกเสริมสวย และกระจกโกนหนวด) จะขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่กระจกที่เว้ามาก (เช่น ด้านในของช้อน) ภาพที่ปรากฏจะเป็นภาพหัวกลับ ที่มีขนาดเล็กกว่าวัตถุจริง ขณะที่กระจกนูนจะให้ภาพวัตถุที่มีขนาดเล็กลงแต่มีมุมมองกว้างขึ้น

คำแนะนำ

ให้เด็กๆ ค้นหว่า เมื่อใดเราจึงจะเห็นภาพตัวเองในกล่องใส่ซีดี หรือในกรอบรูปที่มีแต่แผ่นกระจก และเมื่อใดเราจึงมองทะลุผ่านวัตถุเหล่านั้นได้ เราต้องวางกล่องซีดีหรือแผ่นกระจกอย่างไร มองในมุมใด และพื้นหลังแบบใดจึงจะเหมาะสม

แจกกระดาษสีให้เด็กๆ นำไปติดด้านหลังกล่องซีดีหรือแผ่นกระจก (รูปที่ 6) สังเกตว่ากระดาษสีใดทำให้เราเห็นภาพตัวเองบนแผ่นกระจกได้ดี

ทำไมเป็นเช่นนั้น

แผ่นกระจกใสมีสมบัติเกือบเหมือนกระจกเงา สังเกตได้จากกระจกหน้าต่างเมื่อเราอยู่นอกห้อง ถ้าข้างในห้องมืดกว่าข้างนอก เราจะเห็นเงาของตัวเองบนกระจกหน้าต่าง แต่จะมองไม่เห็นสิ่งต่างๆ ในห้อง ถ้าในห้องสว่างกว่าข้างนอก เราจะมองทะลุกระจกเห็นสิ่งต่างๆ ในห้องได้อย่างชัดเจน เมื่อแสงตกกระทบบนกระจกที่ใส ผิวเรียบ แสงจะสะท้อนกลับออกมา ทำให้เราเห็นภาพของตัวเองบนกระจก ในขณะเดียวกัน ถ้าแสงจากด้านหลังแผ่นกระจกก็สามารถวิ่งทะลุผ่านกระจกใสได้เช่นกัน กระจกจะสะท้อนแสงหรือปล่อยให้แสงทะลุผ่านได้มากหรือน้อยกว่ากันนั้นขึ้นอยู่กับว่าแสงเดินทางมาจากแหล่งไหนมากกว่ากัน

กระจกเงาที่ดีต้องไม่มีแสงทะลุจากด้านหลังกระจก ดังนั้นจึงต้องฉาบด้านหลังกระจกด้วยชั้นเงินบางๆ ซึ่งสะท้อนแสงได้ดี และเคลือบทับด้วยแล็กเกอร์ เราสามารถตรวจสอบการสะท้อนแสงของกระจกเงาได้ โดยใช้เหรียญชุดชั้นเคลือบด้านหลังของกระจกเงาออกจนเห็นกระจกใส ซึ่งแสงสามารถทะลุผ่านได้

ขนาดและมุมของภาพในกระจกเงาจะมีขนาดเท่าของจริงและไม่กลับซ้ายขวา แม้ว่าเราจะรู้สึกว่าการกลับซ้ายขวาก็ตาม เมื่อเรามองกระจกเงาและยกมือขวาขึ้น ภาพในกระจกจะยกมือด้านตรงข้ามกับมือขวา ถ้าให้คน 2 คนนั่งหันหน้าเข้าหากัน และยกมือขวาแตะกัน เราจะเห็นมือยกอยู่ในแนวเส้นทแยง

รูปที่ 4: เปรียบเทียบลูกศรหน้ากระจกและในกระจกเงา

รูปที่ 5: วัตถุหน้ากระจกและในกระจก
วางเรียงลำดับเหมือนกันหรือไม่

รูปที่ 6: ใช้กล่องซีดีเป็นวัตถุถึงกระจก



แสงสีขาวยกกับรุ้ง

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

หลังฝนตกเรามักจะเห็นรุ้ง สีของรุ้งเกิดจากการที่แสงสีขาวของแสงอาทิตย์หักเหผ่านละอองน้ำ แหล่งกำเนิดแสงเกือบทุกชนิด เช่น แสงของหลอดไฟหรือจากไฟฉาย ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยแสงสีหลายสีรวมกัน ตาของเรามองเห็นเพียงสีขาวที่เกิดจากการผสมกันของแสงสี

ภาพรวมการทดลอง

เด็กๆ สามารถใช้อุปกรณ์ เช่น แผ่นซีดี หักเหล้าแสงจากแหล่งกำเนิดแสง ทำให้เห็น “สเปกตรัม” ซึ่งเป็นสีที่ซ่อนอยู่ในแหล่งกำเนิดแสง แสงที่ใช้ทดลองนี้ คือ แสงสะท้อนจากกระจกเงาแบบพกพาที่สะท้อนมาจากกระจกบนผนัง

วัสดุอุปกรณ์

- กระจกเงาแบบพกพา
- แหล่งกำเนิดแสง (เช่น เทียน โคมไฟอ่านหนังสือ ไฟฉาย)
- แผ่นซีดีหรือดีวีดี
- ผนังสีขาวหรือกระดาษสีขาวแผ่นใหญ่

วัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติม

- กรรไกร
- เทปกาวสำหรับปิดกล่อง

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้กระจกส่องให้ตกกระทบบนผนัง



รูปที่ 3: แสงที่ใช้แผ่นซีดีส่องให้ตกกระทบบนผนังสีขาว

สรุปแนวคิด

แสงจากแหล่งกำเนิดแสงส่วนใหญ่ (ยกเว้น แสงเลเซอร์) ประกอบด้วยแสงสีหลากหลาย การหักเหแสงที่เหมาะสม

ผ่านตัวกลางทำให้แสงสีต่างๆ แยกออกจากกัน

เริ่มต้นจาก

- ถามเด็กๆ ว่า เคยถูกแสงสะท้อนจากกระจกหน้าต่างส่องเข้าตาหรือไม่
- ให้เด็กๆ ใช้กระจกสะท้อนแสงจากแหล่งกำเนิดแสง เช่น โคมไฟอ่านหนังสือ ไฟฉาย หรือแสงอาทิตย์

- ให้เด็กๆ นำกระจกไปวางรับแสง โดยให้แสงตกกระทบบนผนังหรือมุมห้อง (รูปที่ 2) ซึ่งเด็กๆ จะต้องฝึกพอสมควร ถ้าใช้ไฟฉายจะทำได้ง่ายขึ้น โดยให้คนหนึ่งถือไฟฉาย และอีกคนพยายามใช้กระจกสะท้อนแสงจากไฟฉายให้ไปปรากฏบนผนัง
- สีของแสงที่ตกกระทบบนผนังมีสีอะไรบ้าง

ทดลองต่อไป

- ถ้าไม่มีผนังสีขาวให้ติดกระดาษสีขาวบนผนังห้องแทน
- ใช้แผ่นซีดีหรือดีวีดี ซึ่งมีพื้นมันวาวแทนกระจก
- ให้เด็ก 2 คนยืนอยู่หน้าผนังสีขาวหรือกระดาษสีขาว คนหนึ่งส่องไฟฉาย ส่วนอีกคนหนึ่งใช้แผ่นซีดีรับแสงให้สะท้อนไปบนผนัง แสงที่ตกกระทบบนผนังมีสีอะไร (รูปที่ 3)

- ให้เด็กๆ ลองเป่าฟองสบู่ และสังเกตว่าบนผิวฟองสบู่มีสีอะไร (รูปที่ 4)
- รุ้งมีสีอะไรบ้าง



แสงสีขาวยังกับรุ้ง

เกิดอะไรขึ้น

แสงสะท้อนจากกระจกมีสีขาว แต่แผ่นซีดีจะให้แสงสะท้อนเหมือนกับสีรุ้ง และผิวฟองสบู่ก็มีสีเหมือนรุ้งเช่นกัน

คำแนะนำ

เด็กๆที่ชอบสีของรุ้ง สามารถสร้างสีเหมือนรุ้งได้จากแผ่นซีดี ก่อนอื่นให้ลอกชั้นที่เป็นสีเงินวาวซึ่งเคลือบอยู่ออกไป โดยใช้เทปกาวยึดติดบนแผ่นซีดี แล้วดึงออก สีเงินวาวที่เคลือบอยู่จะหลุดออกไป (รูปที่ 5)

จากนั้นจับแผ่นซีดีไปส่องแสงหันไปทางแหล่งกำเนิดแสง (เช่น ดวงอาทิตย์ เทียน โคมไฟอ่านหนังสือ) ห้ามมองดวงอาทิตย์ด้วยตาเปล่าอย่างเด็ดขาด เพราะแสงอาทิตย์เป็นอันตรายต่อดวงตา (รูปที่ 6)

นอกจากแผ่นซีดีไปส่องแสงแล้ว ยังมีวัสดุอื่นอีกมากที่กระจายแสงให้เห็นสเปกตรัมสีของแหล่งกำเนิดแสง เช่น ไข่มุก ฟองสบู่ ปริซึม เป็นต้น

ทำไมเป็นเช่นนั้น

แสงจากแหล่งกำเนิดแสงเกือบทุกชนิดประกอบด้วยแสงสีมากมาย แสงสีขาวที่เรามองเห็นมีสเปกตรัมกว้างหรือมีสเปกตรัมสีที่หลากหลาย เช่น แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน และม่วง ปกติเราจะมองเห็นแสงเป็นสีขาว การที่จะทำให้แสงขาวปรากฏเป็นแสงสีต่างๆจะต้องใช้สมบัติการหักเหของแสงแต่ละสีที่แตกต่างกัน

แสงส่องผ่านกระจกเงาและแผ่นซีดีไม่ได้จึงถูกสะท้อนกลับ แต่บนแผ่นซีดีมีร่องเล็กๆ ซึ่งเมื่อมีแสงตกกระทบจะหักเหแสงสีต่างๆออกเป็นสเปกตรัมสีเหมือนกับสีของรุ้ง ตรงกันข้ามกับกระจกเงาซึ่งมีพื้นผิวเรียบจะไม่ก่อให้เกิดการหักเหแสง แต่จะสะท้อนแสงกลับในทิศทางเดียว

เมื่อแสงตกกระทบลงบนแผ่นซีดี ร่องเล็กๆบนแผ่นซีดีจะหักเหแสงทำให้แสงสีต่างๆแยกออกจากกัน ปรากฏสเปกตรัมเหมือนสีรุ้งให้เห็น รุ้งเกิดจากการที่แสงสีขาวจากดวงอาทิตย์หักเหผ่านละอองน้ำในอากาศ ทำให้เราเห็นเป็นแสงสีต่างๆ

แสงสีแวววาวของฟองสบู่เกิดจากการซ้อนทับของแสงสีต่างๆที่สะท้อนทั้งจากด้านในและด้านนอกของผิวฟองสบู่ เนื่องจากผิวฟองสบู่มีความหนาไม่เท่ากัน สีต่างๆจึงมีความเข้มไม่เท่ากัน สีบางสีถูกเสริมให้เข้มขึ้น เราจึงมองเห็นได้ชัดเจน ทำให้เกิดลวดลายสีบนผิวฟองสบู่

แหล่งกำเนิดแสงแต่ละแหล่งแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับแสงสีที่ผสมอยู่ แสงจากหลอดนีออน หลอด LED และหลอดเรืองแสง จะให้แสงสีน้อยกว่าแสงจากเทียนหรือดวงอาทิตย์

รูปที่ 4: เป่าฟองสบู่ให้ซ้อนกันหลายๆชั้น

รูปที่ 5: ใช้เทปกาวยึดติดบนด้านหน้าแผ่นซีดี และลอกออก

รูปที่ 6: สเปกตรัมของแสงเทียน



กระจกกับภาพหน้าพิศวง

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

เราพบเห็นกระจกได้หลายที่ เช่น ห้องน้ำ ห้องลงเสื้อ รถยนต์ หัวมุมถนน ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น กระจกสร้างความสนุกให้เด็กๆ ได้เสมอ เด็กๆ อาจนำกระจกบานเล็กมาเล่น เช่น นำมาสะท้อนแสงไปบนผนัง เป็นต้น

เด็กส่วนมากมักจะรู้สึกตื่นเต้น เมื่อดูกล้องคาไลโดสโคป (กล้องสลับลาย) เนื่องจากจะเห็นลวดลายต่างๆ เปลี่ยนแปลงไปมา ซึ่งเกิดขึ้นเพราะการสะท้อนแสงของกระจกเงา

ภาพรวมการทดลอง

กระจกเงาบานเดียวสามารถสร้างรูปทรงเรขาคณิตเป็นสองเท่า หรือสร้างรูปทรงใหม่ๆ ได้ “สมุดกระจก” ทำให้เรามองเห็นภาพตุ๊กตาในกระจกได้อย่างน้อย 3 ภาพ และยังสร้างสรวงลวดลายสวยงามได้ ถ้าเด็กๆ เปลี่ยนตำแหน่งและมุมที่กระจกหันเข้าหากัน

วัสดุอุปกรณ์

- กระจกเงาอย่างน้อย 4 บาน
- ขาตั้งไม้ สำหรับใช้ตั้งกระจก
- แผ่นใสสี
- กาว
- กระดาษและดินสอ
- รูปภาพ
- เทปขาว
- ตุ๊กตาตัวเล็ก
- กรรไกร

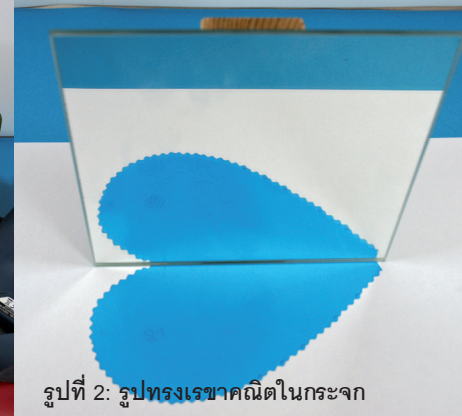
วัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติม

- เศษกระดาษ เศษพลาสติกสี และกระจกโมเสก
- กระจกเงา 1 บาน
- กล้องคาไลโดสโคป (กล้องสลับลาย)

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: รูปทรงเรขาคณิตในกระจก



รูปที่ 3: มองภาพในกระจกไม่รู้จบ

สรุปแนวคิด

แสงที่สะท้อนบนวัตถุต่างๆ มีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน กระจกเงาจึงให้ภาพที่มีขนาดเท่ากับวัตถุและรูปร่างเหมือนกันทุกประการ

เริ่มต้นจาก

- ดัดขาตั้งที่ด้านหลังของกระจก เพื่อให้กระจกตั้งได้เองโดยไม่ต้องจับ
- กระจกเพียงบานเดียวก็ทำให้พบกับสิ่งที่น่าสนใจได้ เช่น
 - ให้เด็กๆ มองใบหน้าของตนเองในกระจกอย่างละเอียด และทำหน้าตลกๆ
 - ใช้กระจกสองคู่ว่ามีอะไรอยู่ข้างหลัง โดยไม่ต้องหันหลัง
- วาดรูปทรงเรขาคณิตต่างๆ บนแผ่นใสสี (เช่น วงกลม สามเหลี่ยม รูปหยดน้ำ) และตัดออกมา
- วางแผ่นใสสีที่ตัดไว้ด้านหลังกระจก และค่อยๆ ดึงพลาสติกเลื่อนออกมาด้านหน้ากระจกอย่างช้าๆ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของภาพในกระจก
- วางกระจกบนภาพ (เช่น ภาพรูปหน้าคน) หรือภาพที่วาดเอง

ทดลองต่อไป

- วางกระดาษ A4 ไว้บนโต๊ะ ให้เด็กๆ ใช้ขอบของกระดาษเป็นแนวสำหรับตั้งกระจกเงา 2 บานไว้ตรงข้ามกัน นำตุ๊กตาไปตั้งระหว่างกระจกทั้งสองบาน จากนั้นให้มองไปที่กระจก และให้บรรยายสิ่งที่สังเกตเห็น (รูปที่ 3)
- ให้เด็กๆ ทำสมุด โดยหันด้านสะท้อนแสงของกระจกสองบานเข้าหากัน ติดขอบด้านหนึ่งด้วยเทปขาว
- กางสมุดกระจกออกวางตั้งไว้บนโต๊ะ วางตุ๊กตาไว้ด้านหน้าสมุดกระจก ค่อยๆ ปิดสมุดกระจกช้าๆ และสังเกตภาพในกระจก (รูปที่ 5) เด็กๆ เห็นภาพตุ๊กตาในกระจกก็ตัว และจะเห็นภาพตุ๊กตาในกระจกมากที่สุดเมื่อใด เมื่อสมุดกระจกเปิดกว้างหรือแคบ
- ให้เด็กๆ นำเศษกระดาษ เศษพลาสติกสี และกระจกโมเสกไปวางแทนตุ๊กตาได้
- เด็กๆ อาจใช้กระจกที่มีขาตั้งในการทดลองนี้



กระจกกับภาพหน้าพิศวง

เกิดอะไรขึ้น

เมื่อใช้กระจกเงา 1 บาน ภาพรูปทรงเรขาคณิตที่เห็นในกระจก จะเหมือนกับรูปทรงเรขาคณิตที่วางอยู่หน้ากระจก และภาพที่เห็นมีขนาดเท่าของจริง เช่น รูปทรงหยดน้ำที่วางอยู่หน้ากระจก เมื่อรวมกับภาพในกระจกจะกลายเป็นรูปหัวใจ

กระจกเงาสองบานที่ตั้งขนานกัน ทำให้เรามองเห็นภาพของตุ๊กตามากมายไม่มีที่สิ้นสุด

เมื่อเราวางสมุดกระจกทำมุม 90 องศา จะเห็นตุ๊กตาและภาพในกระจก 3 ภาพ ภาพที่อยู่ทางด้านซ้ายและด้านขวาจะกลับซ้ายขวากัน เมื่อสมุดกระจกทำมุมแคบลง ภาพของตุ๊กตาจะมีมากกว่า 3 ภาพ

คำแนะนำ

ให้เด็กๆ ใช้กล่องคาไลโดสโคปส่องเห็นไปในทิศทางที่มีแสงสว่างจะสวยงามเป็นพิเศษ

สมุดกระจกที่วางตั้งไว้จะคล้ายกับกล่องคาไลโดสโคป เมื่อนำเศษกระดาษ เศษพลาสติกสี และกระจกโมเสกไปวางไว้ระหว่างกระจกทั้งสองบาน แล้วให้เด็กๆ เป่าลมลงไป (รูปที่ 6) จะเกิดลวดลายใหม่ๆ ในกระจก ถ้าจะให้เกิดลวดลายมากยิ่งขึ้น ให้ติดเศษกระดาษ เศษพลาสติกสี และกระจกโมเสกไว้บนแผ่นกระจก

ทำไมเป็นเช่นนั้น

กระจกที่ดีต้องทำจากแก้วผิวเรียบฉาบด้วยเงินและเคลือบทับด้วยแล็กเกอร์อีกชั้น ลำแสงที่ตกกระทบจึงจะสะท้อนแสงได้ดี แสงจะสะท้อนกลับในมุมเท่ากับมุมตกกระทบ คล้ายกับลูกบิลเลียดกลิ้งชนขอบโต๊ะและกลิ้งออกมา โดยลูกบิลเลียดจะมีมุมที่กลิ้งชนขอบโต๊ะเท่ากับมุมที่กลิ้งออกมา

เมื่อตั้งกระจกสองบานขนานกันและหันหน้าเข้าหากัน ภาพที่เกิดขึ้นจะถูกสะท้อนกลับไปมา ทำให้เกิดเป็นภาพซ้อนกันไปเรื่อยๆ โดยภาพจะมีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ ในการสะท้อนแต่ละครั้ง แสงส่วนหนึ่งจะไม่ได้สะท้อนไปยังกระจก

ที่อยู่ตรงข้าม แต่จะสะท้อนออกไปทางด้านข้าง แม้แต่พื้นผิวกระจกเงาที่ดีที่สุด ก็ไม่สามารถสะท้อนแสงกลับได้ทั้งหมด แสงบางส่วนจะถูกดูดกลืน ทำให้ภาพในกระจกมีขนาดเล็กลงและมีมืดมากขึ้นจนมองไม่เห็นในที่สุดเมื่อเราขยับกระจกทั้งสองบานเข้าหากัน จนกลายเป็นสมุดกระจกที่ปิดอยู่ ถ้าเราวางสมุดกระจกออก เราจะเห็นภาพของตุ๊กตาน้อยกว่าการตั้งกระจกเงาหันเข้าหากัน เพราะลำแสงที่สะท้อนไปมาจากกระจกบานหนึ่งไปตกกระทบบนกระจกอีกบานได้ไม่เต็มที่

รูปที่ 4: ประติมากรรมสมุดกระจก

รูปที่ 5: มองเห็นภาพของตุ๊กตาในกระจกก็ตัว

รูปที่ 6: กล่องคาไลโดสโคปจากสมุดกระจก



การทำงานของดวงตา

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

มนุษย์และสัตว์ส่วนใหญ่มองเห็นและรับรู้สภาพสิ่งแวดล้อมได้ด้วยตา แต่ภาพที่เรามองเห็นเหล่านั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร

ภาพรวมการทดลอง

เลนส์ตาของเราสร้างภาพหัวกลับบนจอตา ข้อมูลภาพบนจอตาจะถูกส่งไปยังสมองเพื่อประมวลผล จากนั้นเราจึงมองเห็นเป็นภาพหัวตั้งได้ เด็กๆสามารถสร้างภาพหัวกลับได้โดยใช้แว่นขยายหรือโหลแก้วใสทรงกลมบรรจุน้ำ

วัสดุอุปกรณ์

- โหลแก้วใสทรงกลม
- น้ำเปล่า
- ถ้วยกาแฟเซรามิกที่มีรูปภาพสีสดใสสวยงาม
- ตี๊กตาขนาดต่างกัน 2 ตัว
- โต๊ะ
- ผืนผ้าขาวหรือกระดาษสีขาวแผ่นใหญ่

วัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติม

- แว่นขยาย
- กระดาษสีขาว
- ห้องที่มีหน้าต่าง (ไม่มีแสงอาทิตย์ส่องเข้ามาโดยตรง)

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: แก้วตั้งอยู่ห่างจากโหลแก้วใสทรงกลมประมาณ 50 เซนติเมตร



รูปที่ 3: ภาพของถ้วยกาแฟเมื่อมองผ่านโหลแก้วใสทรงกลม

สรุปแนวคิด

โหลแก้วใสทรงกลมบรรจุน้ำมีสมบัติเป็นเลนส์นูนได้ ภาพที่ได้จากการมองวัตถุในระยะใกล้เลนส์นูนเป็นภาพขยายหัวตั้ง

ไม่กลับซ้ายเป็นขวา ในขณะที่ภาพที่ได้จากวัตถุที่อยู่ไกลจะมีขนาดเล็ก หัวกลับและกลับซ้ายเป็นขวา

เริ่มต้นจาก

- ทำการทดลองบนโต๊ะที่ตั้งอยู่กลางห้อง เพื่อให้เด็กๆ สังเกตการทดลองได้รอบโต๊ะ
- ให้เด็กๆ นำโหลแก้วใสทรงกลมที่เติมน้ำจนเกือบเต็มมาวางกลางโต๊ะ
- ให้เด็กสองคนยืนหันหน้าเข้าหากัน โดยมีโหลแก้วใสทรงกลมที่ตั้งอยู่บนโต๊ะคั่นกลาง จากนั้นให้เด็กๆ คุ้ยเขี่ยลงจนใบหน้าอยู่ในระดับเดียวกับโหลแก้ว ให้เด็กสังเกตใบหน้าของเพื่อน

ที่อยู่ตรงข้ามผ่านโหลแก้ว เด็กๆ สามารถขยับเข้าหรือออกจากโหลแก้วได้ เพื่อให้ภาพใบหน้าของเพื่อนคมชัด เด็กๆ มองเห็นภาพใบหน้าของเพื่อนเป็นอย่างไร

- ให้เด็กเปลี่ยนตำแหน่งกัน โดยเด็กแต่ละคนนั่งหรือคุกเข่าห่างจากโหลแก้วเท่ากัน จากนั้นผลัดกันขยับเข้าหาโหลและขยับออกห่างจากโหลแก้วอย่างช้าๆ ภาพที่เห็นเมื่อขยับใบหน้าเข้าใกล้และออกจากโหลแก้วอย่างช้าๆ เป็นอย่างไร

ทดลองต่อไป

- ตั้งโหลแก้วห่างจากผืนผ้าหรือกระดาษสีขาวประมาณ 50 เซนติเมตร จากนั้นวางถ้วยกาแฟไว้ระหว่างโหลแก้วกับผืนผ้า
- ให้เด็กๆ มองด้านหน้าโหลแก้วในระยะห่างต่างๆ กัน โดยเริ่มต้นจากยืนชิดกับโหลแก้ว และค่อยๆ ขยับห่างออกมา อาจต้องปรับเปลี่ยนระยะระหว่างถ้วยกาแฟกับโหลแก้วเพื่อให้ภาพคมชัด ภาพถ้วยกาแฟที่มองผ่านโหลแก้วมีลักษณะอย่างไร เหมือนกับของจริงหรือไม่ (รูปที่ 3)
- ให้เด็กๆ วางตี๊กตา 2 ตัวระหว่างโหลแก้วกับฉาก

ขยับหาตำแหน่งที่เห็นภาพตี๊กตาผ่านโหลแก้วคมชัดที่สุด ตี๊กตาตัวไหนอยู่ด้านขวา ตัวไหนอยู่ด้านซ้าย และตรงกับตำแหน่งจริงที่ตี๊กตาดังอยู่หรือไม่ (รูปที่ 4)

- ให้เด็กๆ นำสิ่งของอื่นๆ มาวางหลังโหลแก้ว สังเกตภาพของสิ่งของเหล่านั้นและอธิบายสิ่งที่มองเห็น
- แนะนำให้มองไปรอบๆ ห้องผ่านโหลแก้ว
- ให้เด็กๆ ทำการทดลองใหม่ โดยใช้โหลแก้วเปล่า ภาพที่มองเห็นแตกต่างจากการใช้โหลแก้วเติมน้ำหรือไม่



การทำงานของดวงตา

เกิดอะไรขึ้น

ถ้าใบหน้าของเราอยู่ใกล้โหลแก้วใสทรงกลม เมื่อมองดูสิ่งที่อยู่ด้านหลัง ภาพที่เห็นจะไม่คมชัด เราต้องขยับออกมาจนมีระยะห่างเหมาะสม จึงจะมองเห็นสิ่งที่อยู่หลังโหลแก้ว

ซึ่งจะเป็นภาพหัวกลับและกลับซ้ายขวา ภาพใบหน้าคนหรือสิ่งของที่อยู่หลังโหลแก้วจะเป็นภาพขยาย

คำแนะนำ

ให้เด็กๆ ถู้อว่นขยายแล้วเหยียดมือออก เมื่อมองผ่านอว่นขยาย ภาพที่อยู่หลังอว่นขยายจะเป็นภาพหัวกลับและกลับซ้ายขวา (รูปที่ 5)

ให้เด็กคนหนึ่งยืนหันหลังให้หน้าต่าง และถืออว่นขยายไว้หน้าหน้าต่าง เด็กอีกคนถือแผ่นกระดาษสีขาวให้แสงส่องผ่านเลนส์ไปตกลงบนกระดาษ ควรให้กระดาษ

ห่างจากอว่นขยายประมาณ 15-20 เซนติเมตร อาจปรับระยะห่างระหว่างแผ่นกระดาษกับอว่นขยายให้เหมาะสมเพื่อให้ภาพขยายจากนอกหน้าต่างอยู่บนกระดาษ (รูปที่ 6) ให้เด็กดูมองภาพที่เกิดขึ้นบนแผ่นกระดาษ การทดลองนี้อาจทำได้คนเดียวได้ โดยใช้มือข้างหนึ่งถืออว่นขยาย และอีกข้างหนึ่งถือกระดาษ

ทำไมเป็นเช่นนั้น

โหลแก้วใสทรงกลมบรรจุน้ำและอว่นขยายมีสมบัติเป็นเลนส์นูน ซึ่งจะรวมแสงไว้ที่จุดเดียว เรียกว่า **จุดรวมแสง**

ภาพของวัตถุที่อยู่ในระยะใกล้เลนส์นูนจะเป็นภาพขยายหัวตั้งและไม่กลับซ้ายขวา แต่ถ้าวัตถุอยู่ในระยะไกล ภาพที่ได้จะมีขนาดเล็ก หัวกลับ และกลับซ้ายขวา

เราสามารถใช้อว่นขยายส่องให้แสงตกลงบนแผ่นกระดาษเพื่อทำให้เกิดภาพสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ถ้ามีแสงสว่างเพียงพอ แต่ภาพวัตถุที่อยู่บนกระดาษจะมีความคมชัดไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากกระดาษ

การมองเห็นภาพของเราก็มีหลักการเช่นเดียวกัน เลนส์ตา มีลักษณะยืดยาวอยู่หลังรูม่านตา เมื่อแสงส่องผ่านเลนส์ตา จะหักเหไปตกที่จอตาเกิดเป็นภาพหัวกลับ จอตามีเซลล์ประสาทการมองเห็นจำนวนมาก ทำหน้าที่ตอบสนองต่อแสงและส่งสัญญาณไปยังสมอง ทำให้เรามองเห็นภาพได้

ภาพที่เราเห็นจากการทดลองนี้ เกิดขึ้นกับการมองเห็นของเราเช่นกัน

- ภาพที่เกิดบนจอตาเป็นภาพหัวกลับและกลับซ้ายขวา เมื่อส่งไปประมวลผลที่สมอง เราจึงเห็นเป็นภาพแบบปกติ
- เลนส์ตา รวมแสงได้ทั้งจากระยะใกล้และไกล โดยปรับเปลี่ยนความโค้งของเลนส์ตา แต่ไม่สามารถรวมแสงในระยะใกล้และไกลพร้อมกันได้
- เราจะมองเห็นภาพต่างๆ คมชัดเฉพาะตรงกลาง แต่รอบข้างจะไม่ชัด เนื่องจากประสาทการมองเห็นจำกัดการมองอยู่บริเวณตรงกลางเท่านั้น
- ยิ่งแสงสว่างมาก ภาพที่เห็นจะยิ่งชัดเจนมากขึ้น
- อุปกรณ์แสดงภาพหลายอย่างใช้หลักการสร้างภาพของอว่นขยาย เช่น กล้องถ่ายรูป และเครื่องฉายภาพสไลด์

รูปที่ 4: ภาพตุ๊กตาสองตัวขึ้นหัวกลับและกลับซ้ายขวา

รูปที่ 5: ใช้แว่นขยายส่องดูสิ่งต่างๆ

รูปที่ 6: ใช้แว่นขยายสร้าง ภาพที่อยู่นอกหน้าต่างให้ปรากฏบนแผ่นกระดาษ



ภาพเคลื่อนไหวในแสงสีแดงและสีเขียว

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

สีแดงและสีเขียวเป็นสีตรงกันข้าม และเป็นคู่สีที่มีสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ประดิษฐ์แว่นสามมิติ เมื่อเราสวมแว่นสามมิติ ภาพที่เห็นจึงดูเหมือนกำลังเคลื่อนไหวอยู่

ภาพรวมการทดลอง

เมื่อนำแผ่นใสสีแดงและสีเขียววางไว้บนภาพที่เด็กๆ วาดด้วยสีดำ แดง และเขียว แล้วขยับแผ่นใสขึ้นลงหรือขยับไปทางซ้ายและขวา ภาพที่เด็กๆ วาดจะดูเหมือนเคลื่อนไหวได้

วัสดุอุปกรณ์

- แผ่นใสสีแดงและสีเขียว
- เทปกาว
- กรรไกร
- ปากกาเคมีหรือดินสอสีแดงและสีเขียว
- ปากกาเคมีหรือดินสอสีดำ

สำหรับเด็กแต่ละคน

- กระดาษสีขาว 1 แผ่น

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์

สรุปแนวคิด

แผ่นกรองแสงสีต่างๆ จะดูดกลืนแสงสีบางส่วนไว้ เมื่อเรามองภาพที่มีสีเส้นผ่านแผ่นกรองแสงจะทำให้เราเห็นสีต่างๆ เปลี่ยนไป

เริ่มต้นจาก

- ก่อนการทดลอง ให้เด็กๆ ทดสอบเปรียบเทียบสีของปากกาเคมีและแผ่นใสที่ใช้ให้กลมกลืนกัน
- ลองขีดเส้นด้วยปากกาเคมีสีแดง เมื่อวางแผ่นใสสีแดง ทาบลงไป จะต้องมองไม่เห็นเส้นสีแดง แต่เมื่อมองผ่านแผ่นใสสีเขียวจะต้องเห็นเส้นสีแดงได้ชัดเจน (รูปที่ 2)
- จากนั้นลองขีดเส้นด้วยปากกาเคมีสีเขียว เมื่อวางแผ่นใสสีเขียว ทาบลงไป เราจะมองไม่เห็นเส้นสีเขียว แต่จะมอง

เห็นได้ชัดเจนเมื่อมองผ่านแผ่นใสสีแดง ถ้าหาปากกาเคมีสีเขียวที่กลมกลืนกับแผ่นใสสีเขียวไม่ได้ อาจใช้แค่ปากกาเคมีสีแดงสีเขียวก็ได้

- ตัดแผ่นใสสีแดงและสีเขียวให้มีขนาดเท่ากับโปรเจกต์เตอร์วางแผ่นใสสีแดงและสีเขียวติดกัน ติดด้วยเทปกาวใส ติดทั้งสี่มุมให้แน่น (รูปที่ 3)

ทดลองต่อไป

- วาดภาพง่ายๆ ด้วยปากกาเคมีสีดำ เช่น รูปใบหน้าคน ลงบนกระดาษสีขาว ภาพที่วาดไม่ควรมีขนาดใหญ่กว่าแผ่นใสสีเขียวแดงที่เตรียมไว้
- ใช้ปากกาเคมีสีแดงเติมรายละเอียดลงไปบนภาพ เช่น แสบลิ้น เป็นต้น
- นำแผ่นใสสีเขียวแดงที่ทำไว้มาวางบนภาพ และเลื่อนไปมาในแนวตั้งหรือแนวนอน

- ให้เด็กๆ อธิบายว่าสังเกตเห็นอะไร (รูปที่ 4)
- วาดภาพแบบอื่นๆ ด้วยปากกาเคมีสีดำ เติมรายละเอียดของภาพที่เคลื่อนไหวไปมาด้วยปากกาเคมีสีแดง เช่น
 - เทียนสีดำกับเปลวไฟสีแดง
 - หมวกสีดำกับกระต่ายสีแดง
 - มังกรสีดำกำลังฟันไฟสีแดง
- อาจใช้ปากกาเคมีสีเขียววาดรายละเอียดของภาพที่เคลื่อนไหวได้เช่นกัน



ภาพเคลื่อนไหวในแสงสีแดงและสีเขียว

เกิดอะไรขึ้น

เราสามารถมองเห็นลายเส้นภาพที่เป็นสีดำผ่านแผ่นใสทั้งสองสี แต่เมื่อมองผ่านแผ่นสีแดง เราจะมองไม่เห็นรายละเอียดของภาพที่เป็นสีแดง และถ้ามองผ่านแผ่นสีเขียว จะเห็นรายละเอียดของภาพเป็นสีดำ เมื่อเลื่อนแผ่นพลาสติกทั้งสองสีผ่านภาพวาดไปมาอย่างรวดเร็ว จะเห็น

ใบหน้าคนแลบลิ้นและยิ้มสลับกัน หรือเห็นกระต่ายโผล่ออกจากหมวกและหายไปสลับกัน ถ้าเราใช้ปากกาเคมีสีเขียววาดรายละเอียดภาพ จะสังเกตเห็นภาพเคลื่อนไหวผ่านแผ่นสีแดงเท่านั้น แต่จะมองไม่เห็นภาพเคลื่อนไหวเมื่อมองผ่านแผ่นสีเขียว

คำแนะนำ

เมื่อเด็กๆ เข้าใจหลักการของภาพเคลื่อนไหวแล้ว ให้ทำการทดลองเพิ่มเติม โดยให้เด็กๆ วาดภาพด้วยปากกาเคมีสีดำ และวาดรายละเอียดด้วยปากกาเคมีสีแดงและสีเขียว (รูปที่ 6) เช่น

- วาดปากด้วยสีดำ วาดลิ้นสีแดงและลิ้นสีเขียว
- วาดต้นไม้ด้วยสีดำ วาดใบสีเขียวและสีแดง
- วาดใบหน้าด้วยสีดำ วาดผมหยิกสีแดงและผมตั้งสีเขียว

- วาดตัวผู้ชายด้วยสีดำ วาดหมวกปลายแหลมเฉียงไปทางซ้ายสีเขียว และเฉียงไปทางขวาสีแดง
- วาดใบหน้าด้วยสีดำ วาดรอยยิ้มสีแดงและร้องไห้สีเขียว
- วาดไฟจราจรด้วยสีดำ วาดสัญญาณไฟเขียวและสัญญาณไฟแดง

จากนั้นเลื่อนแผ่นสีเขียวแดงไปทางแนวนอนหรือแนวตั้งลองทำการทดลองโดยใช้ปากกาสีและแผ่นใสสีอื่น สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น

ทำไมเป็นเช่นนั้น

เรามองเห็นภาพที่วาดด้วยปากกาเคมีสีดำผ่านแผ่นใสทั้งสองสี แต่รายละเอียดของภาพที่ใช้แสดงการเคลื่อนไหวต้องวาดด้วยสีแดงหรือสีเขียวเท่านั้น เราไม่สามารถสร้างการเคลื่อนไหวจากสีทั้งสองสีพร้อมกันได้

เมื่อวางแผ่นใสสีแดงลงบนกระดาษสีขาว จะเห็นกระดาษเป็นสีแดง ถ้าวาดภาพบนกระดาษสีแดงด้วยปากกาเคมีสีแดง จะเห็นเหมือนกับว่าใช้ปากกาเคมีสีแดงวาดรูปลงบนกระดาษสีแดง สีของภาพและกระดาษเหมือนกันเราจึงมองไม่เห็นภาพที่วาด ซึ่งจะเกิดขึ้นเช่นเดียวกับแผ่นใสสีเขียวและปากกาเคมีสีเขียว

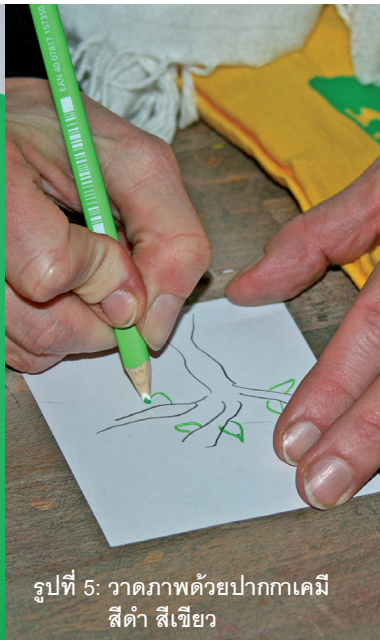
จากการทดลองเรื่อง “โลกของสีล้วน และลวดลายพิศวง” แผ่นกรองแสงจะดูดกลืนแสงสีบางส่วนไว้ โดยแผ่นกรองแสงสีแดงจะดูดกลืนแสงสีเขียว ทำให้เรามองเห็นสีเขียวเป็นสีดำ เพราะไม่มีแสงสะท้อนกลับเข้าสู่ตาของเรา

แผ่นใสสีเขียวดูดกลืนแสงที่สะท้อนมาจากสีแดง ดังนั้นเมื่อมองผ่านแผ่นใสสีเขียว เราจึงเห็นสีแดงเป็นสีดำ

สีแดงและสีเขียวเหมาะสำหรับศึกษาเรื่องการมองเห็นสี เพราะเป็นสีตรงกันข้าม เนื่องจากส่วนผสมของสีแดงและสีเขียวไม่มีส่วนที่เหมือนกัน



รูปที่ 4: มองภาพวาดบนแผ่นใสสีเขียวแดง



รูปที่ 5: วาดภาพด้วยปากกาเคมีสีดำ สีเขียว



รูปที่ 6: ตัวอย่างภาพที่วาดด้วยปากกาเคมีสีดำ แล้วตกแต่งรายละเอียดด้วยปากกาเคมีสีเขียวและสีแดง



สร้างอุปกรณ์ขยายภาพด้วยตนเอง

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

เมื่อเรามองหน้าตัวเองในกระจกเงา จะเห็นภาพมีขนาดเท่าเดิม ถ้าต้องการขยายภาพวัตถุเล็กๆ ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น สามารถทำได้โดยใช้เลนส์นูน ซึ่งอาจมองผ่านแก้ว แก้ว หรือขวดแก้ว ที่มีน้ำอยู่ รวมถึงใช้แว่นขยายหรือกล้องจุลทรรศน์ส่องดู

ภาพรวมการทดลอง

การทดลองนี้เด็กๆ จะได้เรียนรู้เรื่องเลนส์นูนซึ่งมีสมบัติรวมแสง และขยายภาพของวัตถุขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่ขึ้น อาจเติมน้ำลงในภาชนะทรงกระบอก เช่น แก้วหรือขวด เพื่อใช้แทนเลนส์รวมแสงได้

วัสดุอุปกรณ์

- ถ้วยตวงหรือชามแก้ว
- สิ่งของขนาดเล็กที่ต้องใช้แว่นขยายส่องดู หรือรูปภาพขนาดเล็ก เช่น เหรียญบาท
- แว่นขยาย
- เทปขาว

สำหรับเด็ก 1-2 คน

- ตลับพลาสติกใส
- กระดาษฟิวเจอร์
- ช้อนตักยาว
- แก้วน้ำใส

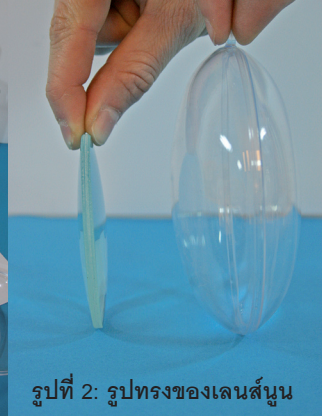
วัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติม

- ตู๊กตาตัวเล็กๆ
- หลอดหยด
- ฝาพลาสติกใส

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: รูปทรงของเลนส์นูน



รูปที่ 3: ตลับพลาสติกเติมน้ำเพื่อใช้เป็นแว่นขยาย



รูปที่ 4: แว่นขยายจากฝาตลับพลาสติก 1 ฝา

สรุปแนวคิด

เลนส์นูนมีลักษณะที่ตรงกลางบางกว่าขอบ มีสมบัติรวมแสง เมื่อแสงเดินทางจากอากาศผ่านเลนส์นูนจะมีการหักเห ทำให้

เรามองเห็นภาพผ่านเลนส์นูนมีลักษณะเปลี่ยนไป

เริ่มต้นจาก

- ให้เด็กๆ ลองใช้แว่นขยาย โดยสอนวิธีจับแว่นขยายที่ถูกต้อง เพื่อใช้ส่องดูวัตถุ
- ถ้าเป็นไปได้ให้ถอดเลนส์แว่นขยายออกจากกรอบ แล้วมองด้านข้าง สังเกตรูปทรงของเลนส์ (รูปที่ 2)
- ถ้าไม่สามารถถอดเลนส์ออกมาได้ ให้ใช้เลนส์นูนแทน
- สร้างเลนส์เลียนแบบเลนส์นูน โดยเติมน้ำลงไป ในตลับพลาสติกใส ให้เด็กๆ เปรียบเทียบรูปทรงของตลับพลาสติกกับเลนส์นูน (รูปที่ 2)
- จุ่มฝาทั้งสองข้างของตลับพลาสติกลงในชามแก้วที่มีน้ำ ปิดฝาประกบกันได้น้ำ ยกตลับพลาสติกที่ปิดแล้วขึ้น

จากนั้น และเช็ดให้แห้ง อาจติดขอบตลับพลาสติกด้วยเทปขาว เพื่อกันไม่ให้น้ำไหลออก เลนส์อันนี้คือเลนส์น้ำ

- ให้เด็กๆ ทดลองใช้เลนส์น้ำส่องดูรายละเอียดของสิ่งของ หรือรูปภาพขนาดเล็ก (รูปที่ 3)
- เลนส์น้ำนี้อาจมีฟองอากาศอยู่ข้างใน ให้สังเกตลักษณะของวัตถุเมื่อเรามองผ่านฟองอากาศเหล่านี้
- ให้เด็กๆ ทำเลนส์น้ำจากกระจกนาฬิกาหรือฝาตลับพลาสติกใส 1 ฝา โดยรินน้ำลงไปในฝา และวางไว้เหนือแก้วที่ใส่สิ่งของขนาดเล็กไว้ข้างใน (รูปที่ 4)

เด็กๆ สังเกตเห็นอะไรจากการมองผ่านฝาตลับนี้

ทดลองต่อไป

- การทดลองนี้ควรทำบนโต๊ะ เพื่อให้เด็กๆ มองด้านข้างของแก้วหรือขวดได้
- ให้เด็กๆ เติมน้ำประมาณ 3/4 แก้ว และนำมาตั้งบนโต๊ะ จากนั้นให้เด็กๆ นั่งหรือยืนหน้าโต๊ะ เพื่อสังเกตการทดลองได้อย่างสะดวก

- ให้เด็กๆ จุ่มช้อนลงในแก้ว จากนั้นขยับช้อนไปข้างหน้าและขยับถอยหลัง ให้อธิบายภาพของช้อนว่ามี การเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อขยับช้อนถอยหลัง
- สังเกตภาพเมื่อขยับช้อนถอยหลัง และยกช้อนขึ้นเหนือน้ำครึ่งช้อน (รูปที่ 5)



สร้างอุปกรณ์ขยายภาพด้วยตนเอง

เกิดอะไรขึ้น

ตลับพลาสติกมีลักษณะคล้ายกับเลนส์ของแว่นขยาย คือ มีขอบบางกว่าตรงกลาง เมื่อเติมน้ำลงในตลับจะทำให้มีสมบัติคล้ายเลนส์นูน จึงมองเห็นภาพวัตถุขยายใหญ่ขึ้น แต่เมื่อมองภาพผ่านฟองอากาศในตลับพลาสติก ภาพที่มองเห็นจะมีขนาดเล็กลง

เมื่อเราขยับชิ้นในแก้วน้ำถอยหลัง ชิ้นจะขยายใหญ่ขึ้น แต่ถ้าขยับชิ้นมาด้านหน้า เราจะเห็นชิ้นมีขนาดปกติ

คำแนะนำ

ให้เด็กๆ วาดตุ๊กตาของเล่นขนาดเล็กด้านหลังแก้วที่มีน้ำอยู่ โดยให้จับตุ๊กตาถอยหลังออกไป จากนั้นลองขยับตุ๊กตาจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งของแก้วน้ำอย่างช้าๆ พร้อมสังเกตภาพที่มองเห็นผ่านแก้ว ภาพที่เห็นเป็นอย่างไร (ภาพที่ 6)

ให้เด็กๆ นำเหรียญมาวางบนโต๊ะ ใช้หลอดหยดหยดน้ำลงบนเหรียญ เมื่อมองผ่านหยดน้ำ เด็กๆ จะสังเกตเห็นภาพบนเหรียญเป็นอย่างไร (รูปที่ 7) ถ้ามองจากด้านข้างหยดน้ำจะมี

รูปทรงแบบใด ส่วนใดหนากว่ากัน ตรงกลางหรือขอบ ถ้าเหรียญสะอาด หยดน้ำแต่ละหยดจะนูน ยิ่งเราหยดน้ำรวมกันมากเท่าไร รูปร่างของหยดน้ำก็จะยิ่งแบนราบลง

ให้เด็กๆ วาดฝาจานเพาะเชื้อหรือไม้บรรทัดบนภาพ และหยดน้ำลงไป เมื่อมองผ่านหยดน้ำ ภาพที่เห็นมีลักษณะอย่างไร (รูปที่ 7)

ทำไมเป็นเช่นนั้น

แว่นขยายทำจากเลนส์นูน เลนส์ชนิดนี้บริเวณตรงกลางจะหนากว่าบริเวณขอบ จึงสามารถรวมแสงและความร้อนไว้ที่จุดเดียว เรียกว่า **จุดรวมแสง** แสงของดวงอาทิตย์จากจุดรวมแสงสามารถเผาวัตถุบางอย่างให้ลุกติดไฟได้

เมื่อเราถือแว่นขยายหรือเลนส์นูนห่างจากวัตถุ เราก็จะมองเห็นภาพขยายของวัตถุนั้น แว่นขยายแต่ละอันจะมีระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างเลนส์นูนกับวัตถุแตกต่างกัน แต่เราสามารถหาระยะห่างที่เหมาะสมได้ โดยการขยับแว่นขยายเข้าออกจากวัตถุ

เลนส์นูนมีสมบัติรวมแสง ดังนั้นเลนส์น้ำที่ทำจากพลาสติกพลาสติกซึ่งมีรูปทรงโค้งนูน จึงเกิดการรวมแสงด้วยเช่นกัน การที่เราเห็นภาพของชิ้นในแก้วน้ำและวัตถุหลังแก้วน้ำมีขนาดขยายใหญ่ขึ้น เมื่อมองผ่านเลนส์น้ำ เนื่องจากแสงที่เดินทางจากอากาศไปยังน้ำเกิดการหักเห

หยดน้ำบนเหรียญหรือไม้บรรทัดมีลักษณะโค้งนูน แสงที่สะท้อนมาจากเหรียญหรือรูปภาพ จะเคลื่อนที่ผ่านน้ำและอากาศ จึงเกิดการหักเหมีผลให้ภาพมีขนาดใหญ่มากขึ้น



รูปที่ 5: ปรากฏการณ์
แว่นขยายในแก้วน้ำ

รูปที่ 6: เมื่อวางตุ๊กตาไว้หลังแก้วน้ำ
ภาพของตุ๊กตาจะกลับซ้ายขวา



รูปที่ 7: ใช้หลอดหยด หยดน้ำลงไปบนจานเพาะเชื้อ



แสงเลี้ยวเบน

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

ในขณะที่เล่นน้ำในสระว่ายน้ำ ให้ลองก้มหยิบของจากก้นสระ จะพบว่าเราหยิบของพลาดบ่อยครั้ง เมื่อเรามองลงไปใต้น้ำ บางครั้งอาจเห็นปลาว่ายอยู่ลึกจากผิวน้ำ แต่ถ้าเปลี่ยนมุมมอง เล็กน้อย อาจเห็นปลาว่ายชัดผิวน้ำ ขึ้นอยู่กับว่าเรามองจาก ตรงไหน เมื่อเราลืมหาดูตามระดับน้ำจะเห็นสิ่งที่อยู่รอบข้างมัว ไปหมด แต่ถ้าใช้แว่นตาดำน้ำ เราจะมองเห็นทุกอย่างชัดเจน

ภาพรวมการทดลอง

เด็กๆจะได้เรียนรู้สมบัติพื้นฐานของแสง เช่น แสงสามารถเลี้ยวเบนได้ หรือที่เราเรียกว่า การหักเหของแสง ยกตัวอย่างเช่น เมื่อใส่หลอดดูดลงในแก้วน้ำ เราจะเห็นรอยหักของหลอดดูด ระหว่างชั้นของน้ำและอากาศ แต่ความจริงหลอดดูดมี ลักษณะตรง เกิดอะไรขึ้น

วัสดุอุปกรณ์

- แก้วน้ำ 2 ใบ
- แก้วทรงเหลี่ยม (เช่น แจกัน)
- เหรียญหรือวัตถุที่มีขนาดเล็กและแบน
- หลอดดูด
- น้ำเปล่า
- น้ำมันพืช
- ผืนหรือกระดาษแข็งสีขาวแผ่นใหญ่

วัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติม

- กะละมังพลาสติก
- น้ำ
- แท่งไม้ยาว (เช่น ด้ามไม้ถูพื้น)

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: น้ำในแก้วทำให้เหรียญหายไป



รูปที่ 3: หลอดดูดงอ
เมื่ออยู่ในแก้วใส่น้ำ

รูปที่ 4: หลอดดูดในแก้ว
รูปทรงเหลี่ยม

สรุปแนวคิด

แสงเดินทางด้วยความเร็วต่างกันในตัวกลางต่างชนิดกัน เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง

ความเร็วของแสงที่เปลี่ยนไปส่งผลให้เกิดการหักเหของทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง

เริ่มต้นจาก

- ทำการทดลองบนโต๊ะ เพื่อให้เด็กๆมองแก้วจากด้านบนหรือด้านข้างได้สะดวก
- ให้เด็กๆวางเหรียญไว้บนโต๊ะ วางแก้วน้ำทับบนเหรียญ จากนั้นให้มองแก้วน้ำจากมุมต่างๆ เด็กๆมองเห็นเหรียญจากทุกมุมหรือไม่

- ให้เด็กๆมองเหรียญที่อยู่ใต้แก้วน้ำจากด้านข้างแก้ว ค่อยๆรินน้ำลงในแก้วช้าๆยังมองเห็นเหรียญอยู่หรือไม่ เมื่อมองจากมุมใดจะไม่สามารถมองเห็นเหรียญได้ (รูปที่ 2)
- ให้เด็กๆวาดภาพเล็กๆ และนำไปวางใต้แก้วน้ำ จากนั้นค่อยๆรินน้ำลงในแก้ว สังเกตดูว่าเกิดอะไรขึ้นกับภาพวาด

ทดลองต่อไป

- นำแก้วน้ำมา 2 ใบ แก้วใบที่หนึ่งไม่ต้องเติมน้ำ แก้วใบที่สองเติมน้ำลงไปครึ่งแก้ว จากนั้นให้ใส่หลอดดูดลงในแก้วแต่ละใบ เราจะเห็นภาพของหลอดดูดหักงอจากแก้วใบไหน และหลอดงอที่ตำแหน่งใด เมื่อเรายกหลอดดูดขึ้นจากน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงอะไรหรือไม่ (รูปที่ 3)
- ใส่หลอดดูดในแก้วทรงเหลี่ยม ลองมองหลอดดูดจากด้านบน ด้านข้างและมุมเฉียง สังเกตเห็นอะไรบ้าง (รูปที่ 4)

- ทดลองกับของเหลวชนิดอื่น เช่น น้ำมันพืช ให้เด็กๆหยิบหลอดดูดออกจากแก้ว เติมน้ำมันพืชลงไปครึ่งแก้ว แล้วจึงใส่หลอดดูดลงในแก้ว สังเกตดูว่า หลอดดูดยังมีรอยหักงออยู่หรือไม่ และแตกต่างกันอย่างไร
- เติมน้ำลงในแก้วที่มีน้ำมันพืช ตั้งทิ้งไว้จนของเหลวแยกชั้น จากนั้นให้ใส่หลอดดูดลงในแก้ว (รูปที่ 5) สังเกตเห็นของเหลวชนิดใดลอยอยู่ข้างบน และหลอดดูดมีลักษณะเป็นอย่างไร
- ให้วาดภาพสิ่งที่สังเกตเห็น



แสงเลี้ยวเบน

เกิดอะไรขึ้น

เรามองเห็นเหรียญที่อยู่ใต้แก้วได้ ถ้าในแก้วไม่มีน้ำ แต่เมื่อเติมน้ำลงไป และมองเหรียญจากข้างแก้ว เหรียญจะหายไปจากมุมมอง

เมื่อใส่หลอดดูดลงไปในภาชนะที่มีน้ำหรือน้ำมันพืช จะสังเกตเห็นว่า มีรอยหักงอเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศกับน้ำ หรืออากาศกับน้ำมันพืช ซึ่งรอยหักงอจะแตกต่างกันไปในแก้วที่มีน้ำและน้ำมันพืช จะสังเกตเห็นรอยหักงอของหลอดดูดอย่างชัดเจนเกิดขึ้นที่รอยต่อของตัวกลางแต่ละชนิด (ของเหลวและอากาศ)

คำแนะนำ

ชาวอินเดียแดงจับปลาโดยใช้ขมวก วิธีนี้จะยากเพียงใด เด็กๆสามารถทดลองได้ด้วยตนเอง โดยนำเหรียญหรือวัตถุที่มีลักษณะแบนวางในกะละมังขนาดใหญ่ที่เติมน้ำจนเต็ม จากนั้นใช้แท่งไม้ยาวเสียบไปที่เหรียญซึ่งอยู่ในน้ำ พุ่งไม้ไปที่เหรียญ ปลายไม้ปักโดนเหรียญหรือไม่ สังเกตลักษณะของแท่งไม้ตรงบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศกับน้ำ (รูปที่ 6)

เด็กๆสามารถทำการทดลองได้อีก โดยจุ่มนิ้วชี้ลงไปในแก้วน้ำ และมองนิ้วมือจากมุมเฉียงล่างผ่านแก้ว เด็กๆมองเห็นส่วนอื่นของนิ้วมือหรือไม่

ทำไมเป็นเช่นนั้น

นักฟิสิกส์เรียกปรากฏการณ์ที่แสงเปลี่ยนแนวทางการเคลื่อนที่เมื่อเคลื่อนผ่านตัวกลางต่างชนิดกันว่า **การหักเหของแสง** เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งที่มีความหนาแน่นต่างกัน ความเร็วของแสงจะเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงหักเห ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อความหนาแน่นของตัวกลางมีความแตกต่างกันมาก เช่น การงอของหลอดดูดในแก้วที่มีน้ำและน้ำมัน เนื่องจากความเร็วของแสงในอากาศน้ำ และน้ำมันแตกต่างกัน เราจึงเห็นหลอดดูดหักงอสองแห่ง

เป็นอากาศ ซึ่งมีผลต่อแนวทางการเดินทางของแสง ลำแสงจึงเดินทางมาไม่ถึงตาของเรา เราจึงมองไม่เห็นเหรียญที่อยู่ใต้แก้วที่มีน้ำได้ นอกจากนี้รูปทรงของแก้วยังมีผลต่อการหักเหของแสงด้วย

การหักเหของแสงทำให้ภาพวัตถุใต้น้ำอยู่ใกล้ผิวน้ำมากกว่าความเป็นจริง เราจึงคาดคะเนความลึกของแหล่งน้ำคลาดเคลื่อนไปจากความจริง เมื่อเรายืนอยู่ในน้ำที่ลึกถึงเอว แล้วก้มมองขา จะเห็นภาพเหมือนขาหดสั้นกว่าปกติ

เมื่อนักดำน้ำมองจากใต้น้ำขึ้นมาที่ผิวน้ำ จะเห็นภาพที่มีลักษณะเป็นเหมือนกระจกเงา ซึ่งสะท้อนเห็นปลาและพื้นน้ำที่อยู่เบื้องล่าง แต่ไม่สามารถเห็นสิ่งที่อยู่เหนือผิวน้ำได้

รูปที่ 5: แสงเกิดการหักเหสองครั้ง คือ ที่ชั้นน้ำมันพืชและน้ำเปล่า

รูปที่ 6: ขมวกแทงปลา



โลกของสีล้วน และลวดลายพิศวง

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

เมื่อเราใส่แว่นตาก็เห็นแตกต่างสี จะทำให้สีของภาพที่มองเห็นเปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง และสีบางสีอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงไปมาก หลักการนี้ได้นำมาใช้ในปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น ภาพสามมิติ และแว่นตาสภาพสามมิติ หรือสมุดที่เต็มไปด้วยลายเส้นสีแดง จะปรากฏภาพให้เห็นเมื่อวางไว้ได้แผ่นใสสีแดง

ภาพรวมการทดลอง

เด็กๆ จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้น เมื่อมองสิ่งรอบข้างผ่านแผ่นพลาสติกใสหลากสีล้วน เมื่อขีดลายเส้นสีแดงทับภาพสีเขียว เราจะมองเห็นภาพนี้ได้ โดยใช้แผ่นพลาสติกใสสีแดง

วัสดุอุปกรณ์

- กระดาษสีขาว
- แผ่นพลาสติกใสสีต่างๆ เช่น แดง เขียว น้ำเงิน เหลือง เป็นต้น
- ภาพสีจากสมุดภาพหรือนิตยสาร
- วัตถุที่มีสีหนึ่งสี สองสี และสามสี
- ดินสอสีต่างๆ เช่น แดง ส้ม เขียว เป็นต้น

วัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติม

- วัสดุใสสีเข้ม เช่น ขงแผ่นซีดี ไม่บรรทัด
- แว่นตาค้นแดดหรือแว่นตาสี

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: มองสิ่งต่างๆ รอบตัวผ่านแผ่นพลาสติกสี



รูปที่ 3: มองส้มและดอกไม้สีแดงผ่านแผ่นพลาสติกสีน้ำเงิน

สรุปแนวคิด

แผ่นพลาสติกใสสีหรือวัสดุใสที่มีสีต่างๆ จะดูดกลืนแสงสีส่วนหนึ่งไว้ เมื่อเรามองวัตถุผ่านวัสดุเหล่านี้เราจะมองเห็นสีของวัตถุต่างๆ เปลี่ยนไป

เริ่มต้นจาก

- ตัดแผ่นพลาสติกรูปวงกลมขนาดเท่ากับใบหน้าของเด็ก
- ให้สำรวจสิ่งต่างๆ รอบตัวโดยมองผ่านแผ่นพลาสติกใสสีต่างๆ ร่วมกับเด็ก วัตถุรอบตัวจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ให้สังเกตความแตกต่างเมื่อมองผ่านแผ่นพลาสติกใสสีต่างๆ ในวันที่ฟ้าครึ้มและวันที่แดดออก (รูปที่ 2)
- รวบรวมสิ่งของที่มีสี 1-3 สี (เช่น มะเขือเทศ แอปเปิ้ลเขียว ดินสอสีเหลือง รถของเล่นสีน้ำเงิน) จากนั้นให้เด็กๆ เลือกแผ่นพลาสติกสีมา 1 แผ่น แล้วมองสิ่งของเหล่านั้นผ่าน

ทดลองต่อไป

- สำหรับการทดลองลวดลายพิศวง ให้สังเกตลวดลายของสีแดงและสีเขียว
- เหตุการณ์พิศวงของการทดลองนี้ขึ้นอยู่กับความเหมือนกันระหว่างสีของดินสอสีกับและสีของแผ่นพลาสติก ดังนั้นจึงควรทดสอบสีของดินสอสีก่อน โดยระบายสีแดงและสีเขียวลงบนกระดาษขาว เมื่อมองผ่านแผ่นพลาสติกสีแดง เราไม่ควรจะมองเห็นสีแดงที่ระบายลงไป สำหรับสีเขียวมันควรจะมองเห็นเป็นสีดำ

แผ่นพลาสติก สิ่งที่เราเลือกมาทดลองนั้นสีเดิมคือสีอะไร และเมื่อมองผ่านแผ่นพลาสติก สีของวัตถุเหล่านั้นเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร (รูปที่ 3)

- เลือกภาพมา 2-3 ภาพ วางแผ่นพลาสติกสีลงบนภาพ ขยับแผ่นพลาสติกไปมาบนภาพช้าๆ มีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้นกับภาพเหล่านั้นบ้าง (รูปที่ 4)
- เด็กๆ สังเกตเห็นอะไร เมื่อวางแผ่นพลาสติกสีอย่างน้อย 2 สีบนกระดาษสีขาว หรือมองผ่านแผ่นพลาสติกสองสีพร้อมกัน

- ใช้ปากกาสีเขียววาดภาพลงบนกระดาษ (เช่น ลูกบอลหรือบ้าน)
- ใช้ดินสอสีแดงเขียนทับ ภาพสีเขียวควรซ่อนอยู่ใต้สีแดง ระวังอย่าวาดภาพสีแดงจนเต็มกระดาษ เพราะภาพที่ซ่อนอยู่จะปรากฏเด่นชัดขึ้น
- จากนั้นวางแผ่นพลาสติกใสสีแดงลงบนภาพนี้ เด็กๆ เห็นอะไร (รูปที่ 5)



โลกของสีล้วน และลวดลายพิศวง

เกิดอะไรขึ้น

เมื่อมองวัตถุผ่านแผ่นพลาสติกสี จะพบว่าสีของวัตถุนั้นๆ เปลี่ยนไป เช่น เมื่อมองวัตถุสีแดงผ่านแผ่นพลาสติกสีเขียว จะเห็นสีของวัตถุเกือบเป็นสีดำ ถ้าเรามองท้องฟ้าผ่านแผ่นพลาสติกสีเหลืองจะทำให้ท้องฟ้าเหมือนในวันที่มีดครีမ်
หมายเหตุ: ห้ามเด็กมองดวงอาทิตย์ด้วยตาเปล่า

เมื่อเราวางแผ่นพลาสติกสีแดง น้ำเงิน เหลือง และเขียว วางซ้อนทับกันบนพื้นสีเหลือง สีที่ได้จะเข้มมากจนเกือบเป็นสีดำ

เมื่อเด็กๆวางแผ่นพลาสติกสีแดงบนภาพสีเขียว จะเห็นภาพที่ซ่อนอยู่โดดเด่นขึ้นมา ส่วนลวดลายสีแดงจะหายไป

คำแนะนำ

ไม่จำเป็นต้องใช้เฉพาะแผ่นพลาสติกเท่านั้น แต่สามารถใช้วัสดุโปร่งใสอื่นๆได้ หรืออาจสวมแว่นตาสีสำรวจสิ่งต่างๆ รอบตัว เช่น ต้นไม้ ดอกไม้ และท้องฟ้า เป็นต้น

เด็กๆอาจสนใจวาดภาพสิ่งที่สังเกตเห็น เช่น ภาพของลูกบอลสีน้ำเงินที่มองเห็นเป็นสีน้ำตาล เมื่อมองผ่านแผ่นพลาสติกสีแดง

ทำไมเป็นเช่นนั้น

รู้ทำให้เรารู้ว่า แสงขาวประกอบด้วยแสงสีหลายสี เมื่อแสงสีขาวตกกระทบวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงบางส่วนไว้ และสะท้อนกลับออกมาบางส่วน เราจึงเห็นสีของวัตถุ เช่น เรามองเห็นลูกบอลเป็นสีแดง เพราะลูกบอลสะท้อนแสงสีแดงออกมา โดยตาและสมองของเราจะประมวลสีที่เห็นเป็นสีแดง
เมื่อเราใช้วัสดุรองสี เช่น แผ่นพลาสติกสี วัสดุเหล่านั้นจะดูดกลืนแสงส่วนหนึ่งที่สะท้อนมาจากวัตถุไว้ และปล่อยแสงส่วนอื่นออกมา ดังนั้นเราจึงมองเห็นสีของวัตถุต่างๆ เปลี่ยนไป เช่น เมื่อมองสีน้ำเงินผ่านแผ่นพลาสติกสีเหลือง เราจะเห็นวัตถุเป็นสีเขียว

ถ้าวัตถุสะท้อนเฉพาะแสงสีเขียวออกมา ในขณะที่เรามองวัตถุผ่านแผ่นพลาสติกสีแดง แสงสีเขียวจะถูกดูดกลืนไว้ ทำให้ไม่มีแสงสะท้อนจากวัตถุมาเข้าตาเรา จึงเห็นวัตถุเป็นสีดำ ซึ่งก็คือไม่มีสีนั่นเอง เรามองเห็นวัตถุได้ เพราะสีของวัตถุตัดกับสีของสิ่งรอบข้าง เมื่อแสงจากสิ่งรอบข้างสะท้อนเข้าสู่ตา เราจะมองเห็นสีของวัตถุต่างๆ

สีแดงและสีเขียวเหมาะกับการทดลองนี้ เพราะเป็นสีที่เสริมและดูดกลืนซึ่งกันและกัน แผ่นพลาสติกสีแดงจะดูดกลืนสีเขียว และในทางกลับกัน สีเขียวก็ดูดกลืนสีแดงเช่นกัน เมื่อเราซ้อนแผ่นพลาสติกหลายๆสีทับกัน ผลที่ได้จะคล้ายกับการผสมสี ยิ่งมีแผ่นพลาสติกซ้อนทับกันมาก สีที่ได้จะยิ่งเข้มมากขึ้น เนื่องจากเมื่อเพิ่มแผ่นพลาสติกเข้าไป พลาสติกแต่ละแผ่นจะดูดกลืนแสงเอาไว้มันเอง

รูปที่ 4: สีของภาพเปลี่ยนไปเมื่อมองผ่านแผ่นพลาสติกสี

รูปที่ 5: แผ่นพลาสติกหลากสีวางซ้อนทับกัน

รูปที่ 6: ลวดลายพิศวง



ภาพเคลื่อนไหว

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

ภาพยนตร์ประกอบด้วยภาพนิ่งหลายภาพเรียงต่อกัน ภาพที่ต่อนั้นมีลักษณะแตกต่างกันเล็กน้อย ภาพเหล่านี้จะเคลื่อนที่ต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว ทำให้ตาของเราไม่เห็นว่าเป็นภาพนิ่ง สมองจึงแปลผลเป็นภาพเคลื่อนไหวในที่สุด

ภาพรวมการทดลอง

พับแบ่งครึ่งกระดาษเป็นสองส่วน วาดภาพที่ส่วนบนและส่วนล่างให้มีลักษณะแตกต่างกันเล็กน้อย ใช้ดินสอเปิดปิดกระดาษแผ่นบนอย่างรวดเร็ว จะเห็นภาพเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว และรู้สึกเหมือนว่าภาพกำลังเคลื่อนไหว

เด็กๆ เคยเห็นภาพลวงตา เช่น ภาพแกนกระดาษที่มีลายเกลียวหมุน เป็นต้น

วัสดุอุปกรณ์

- สีเมจิก
- กรรไกร

สำหรับเด็ก 1-2 คน

- กระดาษ A4 1 แผ่น
- ดินสอ 1 แท่ง, พู่กัน

วัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติม

- แผ่นกระดาษพับครึ่ง
- แกนกระดาษ
- เทปขาว
- กาว
- เชือกยาวอย่างน้อย 1 เมตร

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: พับแบ่งครึ่งกระดาษ



รูปที่ 3: วาดภาพที่ขอบล่างของกระดาษทั้งสองส่วนให้มีรายละเอียดแตกต่างกันเล็กน้อย

สรุปแนวคิด

การที่ภาพมีการเปลี่ยนในอัตราที่เร็วกว่าความสามารถที่ตาของเราจะรับรู้ได้ ทำให้เรามองเห็นภาพหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

รวดเร็วเสมือนเป็นภาพเคลื่อนไหวซึ่งเป็นหลักการที่ใช้ในการฉายภาพยนตร์หรือฉายภาพทางโทรทัศน์

เริ่มต้นจาก

- ให้เด็กๆ พับกระดาษ A4 ตามแนวนอน แล้วตัดออกเป็น 2 ชิ้น
- พับแบ่งครึ่งกระดาษเป็น 2 ส่วนขนาดเท่าโปสเตอร์การ์ด (รูปที่ 2) จากนั้นวางกระดาษที่พับแล้วให้ด้านที่เปิดปิดได้หันเข้าหาตัว
- ให้เด็กๆ วาดรูปใกล้เคียงขอบของกระดาษแผ่นล่าง เช่น รูปหน้าคนยิ้ม เป็นต้น (รูปที่ 3)

- วาดภาพลงบนกระดาษแผ่นบนเช่นเดียวกับภาพเดิม แต่ให้แตกต่างกันเล็กน้อย เช่น หน้าคนร้องไห้ เป็นต้น ภาพบนกระดาษทั้งสองแผ่นควรวางอยู่ในตำแหน่งเดียวกันซึ่งทำได้โดยถือกระดาษไปที่หน้าต่าง จากนั้นชูแผ่นกระดาษขึ้นในระดับสายตา แล้วลากเส้นไปตามภาพด้านล่าง ในตัวอย่าง คือ หน้าตาของคนร้องไห้ ซึ่งต่างกับภาพบนที่หน้ายิ้ม

ทดลองต่อไป

- ให้เด็กๆ ใช้ดินสอหมุนกระดาษแผ่นบน จนกระดาษโค้งงอ (รูปที่ 4)
- ขยับดินสอขึ้นลงอย่างรวดเร็ว เพื่อเปิดปิดกระดาษแผ่นบนที่โค้งงอ (รูปที่ 5)
- สังเกตภาพทั้งสองแล้วอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เด็กๆ เคยเห็นภาพเคลื่อนไหวแบบอื่นหรือไม่

- เราสามารถวางแผ่นกระดาษในแนวขวางได้ โดยให้รอยพับหันไปทางซ้ายหรือขวา วาดภาพไว้ใกล้ขอบกระดาษ และหมุนกระดาษด้วยดินสอจนกระดาษโค้งงอ เมื่อขยับดินสอไปมา กระดาษแผ่นบนจะถูกเปิดและปิด



ภาพเคลื่อนไหว

เกิดอะไรขึ้น

เมื่อเราขยับดินสอขึ้นลงบนกระดาษแผ่นบนที่โค้งงอ จะเห็นเสมือนว่าภาพกำลังเคลื่อนไหว ดังภาพตัวอย่าง

ซึ่งเป็นภาพ “หน้าคนยิ้ม” จะสังเกตเห็นภาพเปลี่ยนจากหัวเราะเป็นร้องไห้ แล้วกลับมาหัวเราะสลับกันไปเรื่อยๆ

คำแนะนำ

ภาพบนแผ่นกระดาษหลายๆภาพจะเกิดเป็น “ภาพยนตร์นิ้วมือ” เมื่อเราเปิดแผ่นกระดาษเหล่านี้อย่างรวดเร็ว

วาดเส้นสีต่างๆ หรือติดเทปกาวยสีเป็นลายเกลียวรอบแกนกระดาษ สีของเส้นหรือเทปกาวยควรตัดกับสีของแกนกระดาษ จะรู้ที่ปลายด้านบน 2 รู ร้อยเชือกผ่านรูและผูกปลายเชือก

ติดกัน (รูปที่ 6) แขนวนแกนกระดาษไว้ แต่อย่าให้สูงเกินไป เพราะเด็กๆ ต้องหมุนแกนกระดาษให้ด้วยพินกัน จากนั้นปล่อยให้ด้ายคลายตัว แล้วสังเกตลายเส้นบนแกนกระดาษ เด็กๆ สังเกตเห็นอะไรบ้าง เมื่อหมุนแกนกระดาษไปทางซ้ายหรือขวา

ทำไมเป็นเช่นนั้น

เซลล์ประสาทรับภาพในดวงตาของเราต้องใช้เวลารับภาพประมาณ $\frac{1}{15}$ วินาที เพื่อแยกแยะภาพที่กำลังเห็นออกจากภาพที่เห็นก่อนหน้านี้ ถ้าใน 1 วินาที มีภาพผ่านเข้ามามากกว่า 15 ภาพ เราจะมองภาพเหล่านั้นเป็นภาพเคลื่อนไหว อาจจะเรียกว่าความถี่ของภาพ 15 ภาพต่อวินาที เป็น “15 เฮิร์ตซ์” (ตามชื่อของนักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ไฮน์ริช แสทซ์) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงภาพเร็วกว่า 20 ภาพต่อวินาที เราจะเห็นภาพเหล่านั้นเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง เช่น จอโทรทัศน์เปลี่ยนภาพด้วยความเร็ว 25 ภาพต่อวินาที

สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นไม่มีเซลล์ประสาทด้านการมองเห็นที่เชื่อมโยงเหมือนมนุษย์ สำหรับนกบางชนิด ภาพบนจอโทรทัศน์อาจเป็นเหมือนภาพที่เคลื่อนไหวอย่างช้าๆ เพราะมันสามารถแยกแยะภาพได้ด้วยอัตราความเร็วของการเคลื่อนไหวของภาพ 150-200 ภาพต่อวินาที

ข้อมูลที่เรารับรู้ได้ด้วยตาจะถูกส่งต่อไปยังสมองและสร้างเป็นภาพขึ้น กระบวนการที่ยูกยากและซับซ้อนนี้เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ สำหรับการประมวลผลข้อมูลจากประสาทสัมผัสสมองจะดึงประสบการณ์และสิ่งกระตุ้นที่เก็บรวบรวมไว้ออกมา รูปร่าง ขนาด และระยะห่างของสิ่งที่สมองรับเข้ามา จะถูกคำนวณด้วยประสบการณ์และข้อมูลที่เคยบันทึกไว้ ซึ่งอาจนำไปสู่การแปลผลที่ผิดพลาดได้ เช่น เกลียวหมุน เราอาจจะเห็นว่าเกลียวหมุน หมุนไปข้างหน้าหรือหลังก็ได้ ซึ่งเราจะต้องเรียนรู้และพัฒนาประสาทสัมผัสอยู่เสมอ

รูปที่ 4: ใช้ดินสอขยับขึ้นลงบนกระดาษแผ่นบนที่โค้งงอ

รูปที่ 5: ขยับดินสอขึ้นลงเร็วๆ พร้อมกับมองภาพ

รูปที่ 6: เกลียวบนแกนกระดาษ



ลูกข้างหลอกสี

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

ตาของเราไม่สามารถสังเกตเห็นสีที่ล่องหรือลายบนลูกข้างที่กำลังหมุนได้ เนื่องจากการเปลี่ยนภาพและสีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เราจึงเห็นสีบนลูกข้างเป็นสีผสม เพราะตาของเราไม่สามารถแยกแยะสีได้ เมื่อหมุนลูกข้างสีเขียวแดงเร็วๆ ตาของเราจะมองเห็นเป็นสีเหลือง เป็นต้น

ภาพรวมการทดลอง

เด็กๆ ได้เรียนรู้เรื่องความเฉื่อย (การตอบสนองในการรับภาพ) ของดวงตาจากลูกข้างแผ่นซีดีและแกนกระดาษทิชชู โดยวาดลวดลายและสีต่างๆ ลงบนลูกข้างแผ่นซีดีและแกนกระดาษทิชชู จากนั้นสังเกตลูกข้างแผ่นซีดี และแกนกระดาษทิชชูที่กำลังหมุนด้วยความเร็วต่างๆ และตำแหน่งที่เราสังเกต

วัสดุอุปกรณ์

- กระดาษสีขาวและกระดาษสี
- แผ่นซีดี
- ดินน้ำมัน
- ลูกแก้ว (ขนาดใหญ่กว่ารูแผ่นซีดี)
- กรรไกร
- ดินสอและปากกาเคมี (สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน)
- กาวแท่งหรือกาวร้อน
- ฟันเรียบ (เช่น ฟันโต๊ะ)

วัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติม

- แกนกระดาษทิชชู
- ยางรัดของ 2 เส้น

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: ตัวอย่างการตกแต่งแผ่นกระดาษทิชชู



รูปที่ 3: วาดกระดาษบนแผ่นซีดีและยึดลูกแก้วด้วยดินน้ำมัน

สรุปแนวคิด

ตาของเรามองเห็นสีต่างๆ เนื่องจากเซลล์รับสีในตาของเราที่ไวต่อแสงสี 3 สีหลัก ได้แก่ แดง น้ำเงิน และเขียว ลูกกระดุน ถ้ามีสีหลากหลายสีเคลื่อนไหวและเปลี่ยนแปลง

อย่างรวดเร็ว ตาเราไม่สามารถแยกสีต่างๆ ได้ทัน จึงเห็นสีต่างๆ ผสมเป็นสีเดียวกัน

เริ่มต้นจาก

- ให้เด็กๆ ทำลูกข้าง โดยใช้แผ่นซีดีเป็นแบบวาดวงกลมลงบนกระดาษและตัดออกมา
- ให้เด็กๆ ช่วยกันระบายสีลงบนแผ่นกระดาษวงกลม
- ระบายสีตกแต่งลูกข้างกระดาษด้วยสีเพียงสองสี เช่น สีเขียวและสีแดง ถ้าระบายสีลูกข้างด้วยสีหนึ่งมากกว่าอีกสีหนึ่ง เมื่อลูกข้างหมุนจะเกิดการผสมสีที่สวยงาม
- ใช้กาวติดแผ่นซีดีกับแผ่นกระดาษวงกลมที่ระบายสีแล้ว

- เจาะรูบนกระดาษให้ตรงกับตำแหน่งของรูบนแผ่นซีดี
- วางลูกแก้วบนรูแผ่นซีดี ยึดให้แน่นด้วยดินน้ำมันหรือกาวร้อน (รูปที่ 3)
- ถ้าลืมหัดแผ่นกระดาษกับแผ่นซีดี ให้เจาะรูตรงกลางแผ่นกระดาษให้มีขนาดใหญ่กว่ารูของแผ่นซีดี ติดลูกแก้วกับรูแผ่นซีดีด้วยดินน้ำมันหรือกาวร้อน จากนั้นจึงติดแผ่นกระดาษกับแผ่นซีดี

ทดลองต่อไป

- ให้เด็กๆ หมุนลูกข้างแผ่นซีดีบนพื้น (รูปที่ 4) สำหรับเด็กบางคนนั้น กิจกรรมนี้จะเป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถเพื่อให้ลูกข้างแผ่นซีดีหมุนอยู่กับที่ ให้วางแผ่นซีดีเปล่าลงบนพื้น และหมุนลูกข้างแผ่นซีดีในรูของแผ่นซีดีเปล่า

- เมื่อลูกข้างหมุน ลายและสีบนลูกข้างมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เด็กแต่ละคนเห็นความแตกต่างเหมือนกันหรือไม่ ลองให้เด็กๆ หมุนลูกข้างแผ่นซีดีด้วยความเร็วแตกต่างกัน
- เมื่อลูกข้างหมุนด้วยความเร็วต่างกัน ลายและสีของลูกข้างเปลี่ยนแปลงอย่างไร



ลูกข้างหลกสี

เกิดอะไรขึ้น

เมื่อลูกข้างแผ่นซีดีหมุนเร็ว ๆ ตาของเราจะไม่สามารถแยกแยะลวดลายหรือสีเส้นของลูกข้างได้ แต่จะเห็นแถบสีบนลูกข้างที่มีลายสีขาวดำหรือสีที่ผสมกันได้

การมองเห็นสีของเด็กแต่ละคนจะแตกต่างกันออกไป ไม่มีใครผิดหรือถูก

คำแนะนำ

ให้เด็กๆ พับกระดาษ A4 เป็น 4 ส่วน โดยพับตามแนวยาวและแนวนอน ใช้กรรไกรตัดตามรอยพับ แผ่นกระดาษที่ได้จะมีความกว้างเท่ากับแกนกระดาษทิชชู

ให้เด็กๆ ระบายสีหรือลวดลายขาวดำลงบนกระดาษ (รูปที่ 5) จากนั้นพันแผ่นกระดาษรอบแกนกระดาษทิชชู และรัดด้วยยางรัดของ กลิ้งแกนกระดาษไปบนพื้น (รูปที่ 6) เด็กๆ มองเห็นลวดลายและสีเป็นอย่างไร เด็กๆ สามารถเปลี่ยนแผ่นกระดาษที่พันรอบแกนกระดาษทิชชูเป็นลายใหม่ได้

ทำไมเป็นเช่นนั้น

ตาของเรามีเซลล์รับสีที่ไวต่อแสงสีแดง น้ำเงิน และเขียว สีทุกสีที่เรามองเห็นเกิดจากการกระตุ้นเซลล์รับสี 3 ชนิดนี้ เช่น เมื่อเซลล์รับแสงสีแดงและสีเขียวถูกกระตุ้นพร้อมกันเป็นต้น เราจะมองเห็นเป็นสีเหลือง

เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เซลล์รับสีในตาของเราจะไม่สามารถแยกแยะสีที่เปลี่ยนแปลงได้ทัน จึงเห็นสีต่างๆ ผสมกันเป็นสีเดียวตามหลักการผสมแสงสี หลักการผสมแสงสี (ถ้ามีสีถูกผสมมาก สีที่ได้จะยิ่งสว่างมาก) ใช้อธิบายการมองเห็นสีของมนุษย์ รวมถึงการสร้างสีในจอโทรทัศน์และคอมพิวเตอร์ด้วย ถ้าประสาทสัมผัสรับแสงสีแดง น้ำเงิน และเขียวถูกกระตุ้นพร้อมกัน เราจะเห็นเป็นสีขาว

หมายเหตุ: ในการทดลองนี้ สีที่ใช้อาจจะไม่ครบสมบูรณ์ เราจึงเห็นเป็นสีเทาขาวแทนสีขาว

เมื่อหมุนลูกข้างสีขาวดำ เด็กแต่ละคนจะมองเห็นสีผสมของลูกข้างแตกต่างกัน เนื่องจากการกระตุ้นหรือตอบสนองของเซลล์รับสีของแต่ละคนต่างกัน ลูกข้างสีขาวดำที่หมุนอย่างรวดเร็ว จะทำให้เรามองไม่เห็นสีขาวเป็นสีดำ (สีขาวคือสีทุกสีผสมกัน ส่วนดำคือไม่มีสี) ดังนั้นเมื่อเราเห็นสีขาว (สีทุกสี) และตามด้วยสีดำ (ไม่มีสี) จะทำให้เซลล์รับสีบางชนิดรับรู้ได้ช้า เซลล์รับสีที่รับรู้ช้าจะไม่ส่งข้อมูลไปยังสมอง เช่น มีเพียงประสาทรับรู้สีน้ำเงินเท่านั้นที่ถูกส่งข้อมูลไปสมอง เราจึงมองเห็นเป็นสีน้ำเงิน ขณะที่เด็กคนอื่นอาจมีเซลล์รับสีชนิดอื่นที่ทำงานช้า จึงมองเห็นสีแตกต่างกัน

รูปที่ 4: ลูกข้างหลกสีสีสนหมุนตัว

รูปที่ 5: ระบายสีลงบนแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยม

รูปที่ 6: ม้วนแผ่นกระดาษรอบแกนกระดาษทิชชู แล้วรัดด้วยยางรัดของ



แสงและภาพ

สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

เมื่อไม่มีแสง เราจะมองไม่เห็นสิ่งต่างๆ ในที่มีแสงน้อย เช่น ตอนพลบค่ำหรือในห้องมืด เราจะมองไม่เห็นสีสิ่ง แต่จะมองเห็นสิ่งต่างๆ เป็นสีน้ำตาลเทา และถ้ามีแสงส่องมา สีสิ่งก็จะเด่นชัดขึ้น การมองเห็นสีจึงขึ้นอยู่กับความสว่าง

ภาพรวมการทดลอง

ให้เด็กๆ วาดภาพหลากสีลงบนแผ่นพลาสติกใส เมื่อนำกระดาษแข็งสีดำมาวางได้ภาพ รายละเอียดของภาพจะเหลือให้เห็นน้อยมาก โดยสีจะซีดจางและผิดเพี้ยนไปจากเดิม แต่ถ้าเราใช้ไฟฉายที่ทำจากกระดาษสีขาวส่องไปยังภาพนั้น ภาพจะกลับมามีสีและรายละเอียดเด่นชัดอีกครั้ง

วัสดุอุปกรณ์

- แผ่นพลาสติกใส
- กระดาษแข็งสีดำ
- ปากกาเคมี
- กระดาษแข็งสีดำสำหรับทำไฟฉายกระดาษ
- กระดาษสีขาว
- กรรไกร
- เทปขาว
- แผ่นรองสำหรับรองภาพบนโต๊ะ
- ผ้ากันเปื้อน

วัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติม

- กระดาษสี
- แผ่นพลาสติกใส
- รูปภาพที่มีรายละเอียดมาก เช่น ภาพจากหนังสือนิทาน

(รูปที่ 1)



รูปที่ 1: วัสดุอุปกรณ์



รูปที่ 2: ประดิษฐ์ไฟฉายกระดาษแข็ง



รูปที่ 3: วาดภาพบนแผ่นพลาสติกใส

สรุปแนวคิด

เซลล์ประสาทรับแสงในตาจะทำงานตอบสนองช่วยให้เราเห็นภาพชัดเจน เมื่อมีแสงปริมาณมากพอสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ตาเรา

เริ่มต้นจาก

- ตัดพลาสติกขนาดเท่าแผ่นโปสเตอร์หรือกระดาษ A4 และตัดกระดาษแข็งสีดำขนาดเท่ากันไว้ 1 แผ่น
- ให้เด็กๆ ตัดกระดาษแข็งสีดำเป็นรูปกระบอกไฟฉาย และตัดกระดาษสีขาวเป็นรูปวงกลม เพื่อทำเป็นส่วนของแสงไฟ (รูปที่ 2)
- วางแผ่นพลาสติกใสที่เตรียมไว้บนกระดาษสีขาว ใช้ปากกาเคมี (ไวท์ไลน์) วาดภาพลงบนแผ่นพลาสติกใส (รูปที่ 3)
- วาดภาพที่เหมือนกับภาพแรกลงบนแผ่นใสอีกแผ่น
- อาจวาดภาพใบหน้าเด็กหรือดอกไม้หลากสีสัน
- บรรยายภาพวาดของตัวเองว่าเป็นภาพอะไรและใช้สีอะไร
- เราจะมองทะลุแผ่นพลาสติกและกระดาษขาวได้หรือไม่ จะมองเห็นแผ่นรองวาดภาพบนโต๊ะผ่านแผ่นพลาสติกและกระดาษขาวได้หรือไม่

ทดลองต่อไป

- ให้เด็กๆ วางแผ่นพลาสติกใสที่มีภาพวาดลงบนกระดาษแข็งสีดำที่ตัดไว้ แล้วติดด้วยเทปขาวที่ขอบด้านบน
- ภาพวาดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อวางอยู่บนกระดาษแข็งสีดำ เด็กๆ เห็นรายละเอียดและสีของภาพหรือไม่
- สอดไฟฉายกระดาษเข้าไประหว่างแผ่นพลาสติกใสที่มีภาพวาดกับกระดาษแข็งสีดำ ขยับไฟฉายไปมา (รูปที่ 4) เด็กๆ สังเกตเห็นอะไร ภาพกลับมาชัดเหมือนเดิมหรือไม่ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- ให้ตรวจสอบว่า ไฟฉายกระดาษปล่อยแสงออกมาได้หรือไม่ เราจะใช้ไฟฉายกระดาษในห้องมืด เพื่อให้มองเห็นรายละเอียดและสีของภาพบนแผ่นพลาสติกใสได้หรือไม่



แสงและภาพ

เกิดอะไรขึ้น

เมื่อวาดภาพลงบนแผ่นพลาสติกใส เราจะมองเห็นภาพได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง และเมื่อวางภาพบนพื้น เราจึงมองเห็นพื้นผ่านแผ่นพลาสติกได้ แต่ถ้าวาดภาพลงบนกระดาษสีขาว เราจะไม่สามารถมองเห็นทะลุผ่านได้

เมื่อวางแผ่นพลาสติกใสบนกระดาษแข็งสีดำ เราจะมองเห็นภาพได้ไม่ชัดเจน รายละเอียดของภาพมองเห็นได้ยาก และการแยกแยะสีก็ทำได้ยากเช่นกัน

แสงไฟจากไฟฉายกระดาษที่อยู่ใต้แผ่นพลาสติกทำให้สีและรายละเอียดของภาพกลับมาชัดเจนอีกครั้ง เหมือนถูกไฟส่อง แต่ไฟฉายกระดาษไม่ได้ส่องสว่างได้จริง

คำแนะนำ

เด็กๆสามารถตรวจสอบว่ากระดาษสีไหนเหมาะที่จะทำเป็นแสงไฟหรือไม่ และไฟฉายกระดาษทำให้เราเห็นรายละเอียดและสีของภาพเหมือนเดิมหรือไม่

อาจจะถ่ายเอกสารหรือพิมพ์ภาพวาด ภาพสี หรือภาพขาวดำ เช่น ภาพถ่ายหรือภาพจากภาพยนตร์ลงบนแผ่นพลาสติกใสก็ได้ เด็กๆสามารถใช้ไฟฉายกระดาษส่องดูภาพหรือศึกษารายละเอียดเล็กๆในภาพได้ (รูปที่ 5)

ทำไมเป็นเช่นนั้น

การที่จะมองเห็นสีได้ต้องมีแสงมากพอที่จะสะท้อนเข้าสู่ตาของเรา แสงจะเดินทางผ่านรูمانตาไปยังจอตา และกระตุ้นเซลล์ประสาทรับแสงที่มีความไวต่อแสงมาก ซึ่งทำงานได้แม้มีปริมาณแสงน้อย จึงมองเห็นภาพเป็นโทนสีน้ำตาลเทา นอกจากนี้เราสามารถแยกแยะสีได้ด้วยเซลล์รับสี แต่เซลล์เหล่านี้จะทำงานเมื่อมีแสงมาก

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ผลของพื้นผิววัสดุต่อแสง ช่วยให้เด็กๆสามารถตรวจสอบได้ว่า กระดาษสีใดเหมาะสำหรับใช้ทำแสงไฟของไฟฉายกระดาษ

เมื่อพื้นผิวของวัตถุสะท้อนแสงกลับได้ดี วัตถุนั้นจะมีสีสว่าง แต่ถ้าวัตถุดูดกลืนแสงมาก เราจะมองเห็นเป็นสีดำ เพราะแสงที่ตกกระทบบนวัตถุไม่สะท้อนมายังตาเรา แต่ถ้าวัตถุดูดกลืนแสงผ่านทะลุได้แสดงว่า วัตถุนั้นเป็นวัตถุโปร่งแสง

มีแสงปริมาณน้อยมากที่สะท้อนกลับจากกระดาษแข็งสีดำ ซึ่งวางอยู่หลังแผ่นพลาสติกใส ทำให้เซลล์ประสาทรับสีทำงานได้ไม่ดี สีของภาพจึงมืดทึบ ในทางตรงกันข้ามไฟฉายกระดาษสีขาวสะท้อนแสงที่ลอดผ่านแผ่นพลาสติกกลับมาได้ดี แสงจึงเดินทางเข้าสู่ตาของเราไปยังเซลล์ประสาทการมองเห็น นั่นคือ เซลล์ประสาทรับแสงและเซลล์ประสาทรับสี ทำให้เราเห็นภาพและสีได้อย่างชัดเจน ถ้ากระดาษที่ใช้ทำแสงไฟของไฟฉายกระดาษมีสีสว่างมาก แสงจะสะท้อนกลับได้มาก ดังนั้นกระดาษสีขาวจึงเหมาะที่จะใช้เป็นสีสะท้อนแสงมากที่สุด

รูปที่ 4: เมื่อฉายไฟฉายจะเห็นภาพบนแผ่นพลาสติกใส

รูปที่ 5: รูปภาพและไฟฉายกระดาษหลากสี