การสำรวจมโนมติเรื่องแสงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

Exploring Eighth Grade Students' Conceptions of Light in Schools under the Bangkok Metropolitan Administration

ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ (Theerapong Sangpradit)[1]
วรรณทิพา รอดแรงค้า (Vantipa Roadrangka)[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจมโนมติเรื่องแสง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2548 กลุ่มที่ศึกษาได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 114 คน เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ แบบวัดมโนมติเรื่องแสง โดยแบบวัดมโนมติเป็นข้อสอบแบบปรนัยมีตัวเลือกทั้งคำตอบและเหตุผลประกอบ และ แบบเลือกคำตอบและเขียนเหตุผลประกอบหรือแสดงวิธีทำ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อคำถามจำนวน 27 ข้อ แบบวัดมโนมตินี้วัดมโนมติหลัก 6 มโนมติได้แก่ ธรรมชาติของแสง การเกิดภาพจากกระจกและเลนส์ การหักเหของแสง แสงสี ทัศนอุปกรณ์และการมองเห็น ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์และคลาดเคลื่อนในทุกๆมโนมติหลัก โดยมโนมติที่นักเรียนคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเรื่องแสงสี รองลงมา คือ เรื่องการหักเหของแสง การเกิดภาพจากกระจกเงาราบและเลนส์

Abstract

The objectives were to explore the conceptions of light by eighth grade students in schools under the Bangkok Metropolitan Administration (BMA) in the 2005 academic year. The subjects were 114 eighth grade students in schools under the BMA. The instrument was a concept test which was a two-tier test with choice selection and writing the reason or deriving the answer, comprising 27 items. The test consisted of the following main concepts: the nature of light, image formation by lenses and mirrors, the refraction of light, color, optical instruments, and seeing. The results of this study show that the students held both scientific conceptions and misconception in each main concept but the most misconceptions of students were in color, the refraction of light and image formation by mirrors and lenses.

[1] *โครงการผลิตนักวิจัยพัฒนาด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900*
[2] *ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900*

คำสำคัญ: มโนมติเรื่องแสง, มโนมติวิทยาศาสตร์, มโนมติคลาดเคลื่อน
Keywords: concept of light, scientific concepts, misconceptions

บทนำ

มโนมติเรื่องแสงเป็นมโนมติพื้นฐานที่สำคัญต่อการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติและยังเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของทุกคน (Watt, 1985) เนื่องจากในชีวิตประจำวันของเรานั้นล้วนแล้วแต่เกี่ยวพันกับเรื่องแสง เช่น การมองเห็น หรือแม้แต่การนำไปอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อันได้แก่ การเกิดรุ้ง การที่ท้องฟ้าเปลี่ยนสี เป็นต้น นอกจากนี้แล้วการเรียนรู้มโนมติเรื่อง แสง ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาเพื่ออธิบายมโนมติอื่นๆ ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นหรือการนำไปใช้ เช่น ใยแก้วนำแสงและเลเซอร์ เป็นต้น เนื่องจากเรื่องแสงมีความสำคัญดังกล่าว ดังนั้นเราจะเห็นว่า เรื่องแสงนั้นได้รับการบรรจุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลายประเทศ (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1993; National Research Council (NRC) , 1995 และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2545) รวมไปถึงประเทศไทย

สำหรับประเทศไทย เมื่อเกิดการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงได้รับการพัฒนาขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (สสวท., 2545) ซึ่งสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีทั้งหมด 8 สาระ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง แสง ถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2544 (สสวท., 2545) ในสาระที่ 5 พลังงาน โดยอยู่ในมาตราฐานการเรียนรู้ที่ 5.1 คือ ให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ในการเรียนเรื่องแสงนี้หลักสูตรต้องการให้นักเรียนสามารถทดลองและอธิบายการสะท้อนของแสง การหักเหของแสง การเกิดภาพจากกระจกเงาและเลนส์ และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ เช่น เส้นใยนำแสง เลเซอร์ และสังเกตการตอบสนองของตาต่อความเข้มแสง และอธิบายผลของความเข้มแสงต่อตามนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดยเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนประมาณ 16 ชั่วโมง ซึ่งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2544 ได้จัดหัวข้อเรื่องแสงเป็น 6 หัวข้อ คือ การสะท้อนของแสงที่เกิดจากกระจกเงาราบ การสะท้อนแสงของผิวโค้ง การหักเหของแสง เลนส์ ทัศนอุปกรณ์ และ ความสว่างและการมองเห็น

ไม่เพียงแต่ประเทศไทยเท่านั้นที่ตระหนักถึงความสำคัญของเรื่องแสง ในต่างประเทศนั้นก็ให้ความสำคัญกับการศึกษามโนมติเรื่องแสง เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย อังกฤษ และอิสราเอล ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวพบว่า นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่องแสง เช่น การเกิดภาพของกระจกเงาราบ นักเรียนมักจะเข้าใจว่าภาพที่เกิดขึ้นนั้นอยู่บนกระจกแทนที่จะอยู่หลังกระจก (Anderson and

Smith, 1983; Guesne, 1985; Watts, 1985; Goldberg and McDermott, 1986; Fetherstonhaugh and Treagust, 1990; Feher and Meyer, 1992) ในเรื่องการมองเห็นนั้น นักเรียนมักจะอธิบายว่า การมองเห็นเกิดจากมีแสงจากดวงตาไปยังวัตถุแทนที่จะเป็นแสงสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ตาของเรา (Ramadas and Driver, 1989 ; Galili, 1996) ในเรื่องแหล่งกำเนิดแสง นักเรียนคิดว่าแสงจากแหล่งกำเนิดแสงนั้นเกิดอยู่เพียงรอบๆ แหล่งกำเนิดแสงเท่านั้นแทนที่จะเป็นแสงจากแหล่งกำเนิดแสงนั้นเกิดขึ้นในทิศทางรอบๆ ของแหล่งกำเนิดแสง และทุกจุดของแหล่งกำเนิดแสงมีแสงออกมาในลักษณะขยายออก มีงานวิจัยหลายๆงานวิจัยที่มีความเห็นสอดคล้องกันว่า สาเหตุหนึ่งที่นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนเป็นผลมาจากการมีทรรศนะทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง ซึ่งทรรศนะทางวิทยาศาสตร์นี้คือความเชื่อเดิมของนักเรียนที่เกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนพบทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ดังนั้นหากนักเรียนมีความเชื่อเดิมที่ผิดหรือขัดแย้งต่อการสร้างมโนมติใหม่ จะทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ไขมโนมติคลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ และอาจมีผลต่อการทำความเข้าใจมโนมติที่มีความสัมพันธ์กันหรือมโนมติที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น (Novak, 1990; Magnusson and Palincsar, 1995) เช่น นักเรียนบางคนมีมโนมติคลาดเคลื่อนว่า สีของวัตถุเป็นสมบัติที่มาจากตัววัตถุเองและแสงของวัตถุนั้นคือแสงสีที่สะท้อนออกมาจากวัตถุ ซึ่งอาจทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องการสะท้อนของแสงก็เป็นไปได้ ในเรื่องการเกิดภาพ Ramadas and Driver (1989)ได้ทำการสอนให้นักเรียนชาวอินเดียอายุ 14-15 ปีเปลี่ยนมโนมติดังกล่าว แต่ผลจากการสอนก็ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงมโนมติเดิมของนักเรียนได้

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยที่ศึกษาเกี่ยวกับมโนมติเรื่องแสง ส่วนใหญ่เป็นการศึกษานักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น โสภาพรรณ (2538) ได้ศึกษามโนมติคลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องแสงโดยพิจารณาคำตอบอย่างเดียวกับวิธีที่พิจารณาทั้งคำตอบและเหตุผล และพบว่า นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงาราบและเลนส์นูน ทางเดินของแสง และระยะทางที่แสงเดินทางได้ ส่วน วิทยา (2546) ได้ใช้วิธีสอนของ Hesse เพื่อเปลี่ยนมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่องการหักเหของแสงและการมองเห็นของนักเรียนไทยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนก็มีมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่องการหักเหของแสงและการมองเห็นเหมือนกับนักเรียนต่างประเทศ

จากความเชื่อเดิมที่ผิดของนักเรียนอาจจะส่งผลต่อการสร้างมโนมติใหม่ หรือเปลี่ยนแปลงมโนมตินั้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษามโนมติก่อนเรียนเรื่องแสงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยทราบว่า นักเรียนมีมโนมติก่อนเรียนเรื่องแสงและแตกต่างจากมโนมติวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง เพื่อจะช่วยให้ผู้วิจัยทราบถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อเปลี่ยนแนวความคิดเดิมที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนเป็นมโนมติวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสำรวจมโนมติก่อนเรียนเรื่องแสงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนเรื่องแสงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครกับมโนมติวิทยาศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูผู้สอนสามารถนำข้อมูลของการสำรวจครั้งนี้ไปใช้พัฒนาการสอน เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์
2. กระตุ้นให้ครูผู้สอนเห็นความสำคัญของการสำรวจมโนมติของนักเรียนเพื่อให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนต่อไปได้

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมโนมติเรื่องแสงกับนักเรียน โดยคัดเลือกโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่ยินดีที่จะเข้าร่วมและต้องการที่จะพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเรื่องแสงภายในโรงเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครฯ ที่ครูผู้สอนต้องการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับการสอนเรื่องแสงกับผู้วิจัยมา 3 โรงเรียนๆละ 1 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนที่เลือกเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ที่มีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็กที่มีแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 2 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียนในแต่ละโรงเรียน ได้จำนวนนักเรียนทั้งหมด 114 คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ แบบวัดมโนมติเรื่องแสงจำนวน 27 ข้อ ซึ่งประกอบไปด้วยคำถามแบบเลือกตอบและเลือกเหตุผลประกอบ และ แบบเลือกคำตอบและเขียนเหตุผลประกอบหรือแสดงวิธีทำ ครอบคลุมมโนมติหลัก 6 มโนมติได้แก่ ธรรมชาติของแสง การเกิดภาพจากกระจกและเลนส์ การหักเหของแสง แสงสี ทัศนอุปกรณ์และการมองเห็น แบบวัดมโนมตินี้ได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญอันได้แก่ อาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และได้ทดลองใช้แบบวัดนี้กับนักเรียนกลุ่มเล็กเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถามและภาษาอีกครั้งก่อนนำเครื่องมือไปเก็บข้อมูลจริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นช่วงภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2548 ก่อนที่นักเรียนจะเรียนเรื่องแสง โดยผู้วิจัยทำการนัดหมายครูแต่ละโรงเรียนเพื่อให้นักเรียนทำแบบวัดมโนมติเรื่องแสงเป็นเวลา 60 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยอ่านและทำความเข้าใจกับคำตอบของนักเรียนจำนวน 114 คน จากนั้นทำการวิเคราะห์คำตอบรายข้อ สำหรับคำถามแบบเลือกตอบและเลือกเหตุผลประกอบ ผู้วิจัยตรวจสอบว่านักเรียนได้เลือกคำตอบและเหตุผลที่เลือกตอบได้ถูกต้องหรือไม่

2. ส่วนคำถามประเภทเลือกคำตอบและเขียนเหตุผลในการเลือกคำตอบนั้นหรือแสดงวิธีทำ ผู้วิจัยพิจารณาคำตอบและเหตุผลที่นักเรียนเขียนโดยละเอียด และจำแนกคำตอบและเหตุผลของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับความสอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. กลุ่มที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบและให้เหตุผลได้สอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ

2. กลุ่มที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์บางส่วน หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบและให้เหตุผลได้สอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

3. กลุ่มที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบและให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์

4. กลุ่มที่ไม่ตอบ หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือ ไม่ได้เขียนเหตุผล หรือ เขียนในลักษณะทวนคำถามหรือ ตอบว่าไม่เข้าใจหรือทำไม่ได้

3. คำนวณความถี่จากคำตอบของนักเรียนคิดเป็นร้อยละเทียบกับจำนวนของนักเรียนทั้งหมด

ผลและอภิปรายผล

1. ธรรมชาติของแสง

มีคำถามทั้งหมด 3 ข้อที่ใช้วัดมโนมติเรื่อง ธรรมชาติของแสง ซึ่งได้แก่มโนมติ เรื่อง การเดินทางของแสง (1ข้อ) แหล่งกำเนิดแสง (1ข้อ) และตัวกลางของแสง (1ข้อ)

1.1 การเดินทางของแสง ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกข้อความที่สามารถอธิบายเพื่อตอบคำถามว่าแสงเดินทางได้ไกลเพียงใดและเพราะอะไร ซึ่งตามมโนมติวิทยาศาสตร์ แสงเดินทางได้ไกลโดยไม่มีขอบเขตจำกัดถ้าไม่ไปกระทบตัวกั้นแสง เพราะว่าแสงไม่สามารถเดินทางผ่านตัวกั้นแสงได้ ดังนั้นตัวกั้นแสงจึงเป็นตำแหน่งสุดท้ายที่แสงจะเดินทางไปได้ จากการวิเคราะห์คำตอบพบว่านักเรียนร้อยละ 45 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกข้อความได้ถูกต้องว่าแสงเดินทางได้ไกลโดยไม่มีขอบเขตจำกัดถ้าไม่ไปกระทบตัวกั้นแสง นักเรียนร้อยละ 42 มีมโนมติคลาดเคลื่อน โดยมโนมติที่คลาดเคลื่อนนั้นมีนักเรียนร้อยละ 8 คิดว่า แสงเดินทางไปได้ไกลเท่ากับที่ตาของผู้สังเกตเห็น เพราะคิดว่าการเห็นแสงเป็นเพราะประสาทตาถูกกระตุ้น และมีนักเรียนร้อยละ 2 ที่ไม่ตอบคำถาม

1.2 แหล่งกำเนิดแสง เมื่อให้นักเรียนเลือกข้อความที่ตอบคำถามว่าแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง เช่น หลอดไฟมีลักษณะอย่างไร พบว่ามีนักเรียนร้อยละ 3 ที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์ เพราะมีมโนมติว่า แสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิด เช่น หลอดไฟมีทิศทางรอบๆแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางรอบๆของแหล่งกำเนิดและจุดทุกจุดที่มีแสงออกมาในลักษณะขยายออก นักเรียนร้อยละ 94 มีมโนมติคลาดเคลื่อน โดยนักเรียน มีมโนมติว่า แสงจะออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางรอบๆของแหล่งกำเนิดเท่านั้นไม่ได้คำนึงถึงการที่แต่ละจุดของแหล่งกำเนิดแสงจะมีแสงออกมาในลักษณะขยายออก และยังคิดว่าแสงออกมาจากแหล่งกำเนิดเฉพาะทิศทางที่ผู้สังเกตอยู่ และมีนักเรียนร้อยละ 3 ที่ไม่ตอบคำถาม

1.3 ตัวกลางของแสง ส่วนเรื่องของการเดินทางของแสงผ่านตัวกลาง พบว่านักเรียนร้อยละ 8 มีมโนมติวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถระบุและอธิบายว่าตัวกลางที่กำหนดให้เป็นตัวกลางชนิดใดโดยพิจารณาเมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง นักเรียนร้อยละ 43 มีมโนมติคลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะเข้าใจว่าแสงสามารถเดินทางผ่านตัวกลางโปร่งใสและตัวกลางโปร่งแสงได้แต่ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างตัวกลางโปร่งใสและตัวกลางโปร่งแสงได้ นักเรียนร้อยละ 44 มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเพราะเขียนเหตุผลไม่สอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์ เช่น คิดว่าตัวกลางทึบแสงนั้นแสงสามารถผ่านได้แต่น้อยมาก และมีนักเรียนร้อยละ 5 ที่ไม่ตอบคำถาม

โดยสรุปในเรื่องธรรมชาติของแสงนั้น พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเดินทางของแสงมากที่สุด (ร้อยละ 45) รองลงมาคือ เรื่องตัวกลางของแสง (ร้อยละ 8) และแหล่งกำเนิดแสง (ร้อยละ 3) ตามลำดับ ในทางกลับกันพบว่านักเรียนมีมโนมติเรื่องแหล่งกำเนิดของแสงคลาดเคลื่อนมากที่สุด (ร้อยละ 94) รองลงมาคือเรื่องตัวกลางของแสง (ร้อยละ 44) และการเดินทางของแสง (ร้อยละ 42) ตามลำดับ

การวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Andersson and Karrqvist (1983) และ โสภาพรรณ (2538) ที่พบว่า นักเรียนคิดว่าแสงเดินทางไปได้ไกลเท่ากับที่ตาของผู้สังเกตเห็น ส่วนในเรื่องแหล่งกำเนิดแสงนั้นพบว่าสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ โสภาพรรณ (2538) ที่พบว่านักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนว่าแสงจากแหล่งกำเนิดแสงนั้นมีทิศทางรอบๆแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางรอบๆของแหล่งกำเนิดเท่านั้น แต่ไม่ได้เข้าใจว่าจุดทุกจุดที่มีแสงออกมาในลักษณะขยายออก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนใช้ประสบการณ์หรือความรู้ของตนเองในชีวิตประจำวันมาอธิบาย และรังสีของแสงก็เป็นนามธรรมจึงทำให้นักเรียนเข้าใจผิดได้ (Donovan and Bransford, 2005)

2. การเกิดภาพจากกระจกและเลนส์

มีคำถามทั้งหมด 10 ข้อที่ใช้วัดมโนมติเรื่อง การเกิดภาพจากกระจกและเลนส์ซึ่งได้แก่มโนมติเรื่อง

การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ (2 ข้อ) การเกิดภาพจากกระจกโค้ง (3 ข้อ) และการเกิดภาพจากเลนส์ (5 ข้อ)

2.1 การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ นักเรียนตอบคำถามว่า ภาพของวัตถุที่เกิดจากกระจกเงาราบเกิดขึ้นที่ใดและมีลักษณะอย่างไร มีนักเรียนเพียงร้อยละ 4 เท่านั้นที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะตอบได้ว่าภาพของวัตถุนั้นเกิดด้านหลังของกระจกโดยมีระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ หรือมีนักเรียนร้อยละ 89 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะเข้าใจว่า ภาพของวัตถุเกิดบนกระจกหรือภาพของวัตถุจะเกิดตามแนวของวัตถุและผู้สังเกต และมีนักเรียนร้อยละ 7 ที่ไม่ตอบคำถาม ส่วนในเรื่องลักษณะของภาพจากกระจกเงาราบ มีนักเรียนเพียงร้อยละ 25 ที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถอธิบายลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเงาราบได้อย่างถูกต้อง คือ ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบเป็นภาพเสมือน หัวตั้ง กลับซ้ายเป็นขวา หรือมีนักเรียนร้อยละ 73 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะเข้าใจว่า ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบเป็นภาพจริงและเป็นภาพหัวกลับ และมีนักเรียนร้อยละ 2 ที่ไม่ตอบคำถาม

2.2 การเกิดภาพจากกระจกโค้ง ผู้วิจัยให้นักเรียนบอกลักษณะของภาพ คำนวณหาความยาวโฟกัสและบอกว่ากระจกที่คำนวณเป็นกระจกนูนหรือกระจกเว้า พบว่านักเรียนร้อยละ 26 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถคำนวณหาความยาวโฟกัสและสามารถบอกชนิดของกระจกได้ นักเรียนร้อยละ 61 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถบอกลักษณะของภาพและคำนวณหาความยาวโฟกัสได้ และมีนักเรียนร้อยละ 13 ที่ไม่ตอบคำถาม และเมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนวาดภาพและบอกลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเว้าเมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเว้าที่ตำแหน่งระหว่างความยาวโฟกัสและสองเท่าของความยาวโฟกัส พบว่านักเรียนร้อยละ 23 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถบอกลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเว้าได้ว่าเป็นภาพจริงหัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่หน้ากระจกที่ตำแหน่งมากกว่าสองเท่าของความยาวโฟกัส นิสิตร้อยละ 61 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะนักเรียนเข้าใจว่า เกิดภาพขนาดเล็กกว่าวัตถุที่ตำแหน่งระหว่างความยาวโฟกัสและสองเท่าของความยาวโฟกัส และมีนักเรียนร้อยละ 16 ที่ไม่ตอบคำถาม

2.3 การเกิดภาพจากเลนส์ ผู้วิจัยให้นักเรียน บอกลักษณะของภาพ คำนวณหาความยาวโฟกัสและกำลังขยายของเลนส์เว้า พบว่านักเรียนร้อยละ 26 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถคำนวณหาความยาวโฟกัสและกำลังขยายของเลนส์เว้าได้ นักเรียนร้อยละ 46 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถบอกลักษณะของภาพ คำนวณหาความยาวโฟกัสและกำลังขยายของเลนส์เว้าได้ และมีนักเรียนร้อยละ 28 ที่ไม่ตอบคำถาม

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 16 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเลนส์นูนเพราะสามารถบอกลักษณะของภาพ คำนวณระยะภาพ และกำลังขยายจากเลนส์นูนได้ นิสิตร้อยละ 60 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเลนส์นูนเพราะไม่สามารถคำนวณหาระยะภาพ และกำลังขยายจากเลนส์นูนได้ และมีนักเรียนร้อยละ 24 ที่ไม่ตอบคำถาม

โดยสรุปในเรื่องการเกิดภาพจากกระจกและเลนส์นั้น พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเกิดภาพจากกระจกโค้งมากที่สุด (ร้อยละ 26) รองลงมา คือ การเกิดภาพจากเลนส์เว้าและเลนส์นูน (ร้อยละ 26, 16 ตามลำดับ) และการเกิดภาพจากกระจกเงาราบและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น (ร้อยละ 4, 25 ตามลำดับ) ในเรื่องการเกิดภาพจากกระจกสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Goldberg and McDermott (1986) และ โสภาพรรณ (2538) ที่พบว่า นักเรียนมักจะเข้าใจว่าภาพที่เกิดขึ้นนั้นอยู่บนกระจกแทนที่จะอยู่หลังกระจก และไม่เข้าใจการกลับซ้ายเป็นขวาของภาพที่เกิดขึ้น การที่นักเรียนมีความเข้าใจไม่ถูกต้องนั้นอาจเป็นเพราะผู้สอนไม่ได้ระมัดระวังที่จะอธิบายมโนมติต่างๆให้ชัดเจน (Galili and Goldberg, 1993) หรือเป็นเพราะนักเรียนใช้ประสบการณ์ของตนเองมาอธิบาย ส่วนการเกิดภาพจากเลนส์นั้นพบว่าสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Goldberg and McDermott (1987) ที่พบว่านักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนอยู่เช่นเดียวกัน

3. การหักเหของแสง

มีคำถามทั้งหมด 4 ข้อที่ใช้วัดมโนมติเรื่องการหักเหของแสง ซึ่งได้แก่มโนมติเรื่อง การเดินทางของแสงเมื่อเกิดการหักเหของแสงขึ้น (2 ข้อ) การหักเหของแสงผ่านปริซึม (1 ข้อ) และหลักการของการหักเหของแสง (1 ข้อ)

3.1 การเดินทางของแสงเมื่อเกิดการหักเหขึ้น ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกแนวรังสีหักเหของแสงเมื่อแสงเดินทางจากน้ำมันไปยังน้ำ มีนักเรียนร้อยละ 17 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกแนวของรังสีหักเหได้ถูกต้อง คือ เมื่อแสงเดินทางจากน้ำมันไปยังน้ำจะเกิดการหักเหของแสงเกิดขึ้น เนื่องจากความหนาแน่นของน้ำมันน้อยกว่าน้ำ ดังนั้นจะเกิดการหักเหออกจากเส้นปกติ นักเรียนร้อยละ 82 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะเลือกแนวรังสีหักเหไม่ถูกต้องเช่น นักเรียนเลือกแนวรังสีหักเหเบนเข้าหาเส้นปกติเมื่อแสงเดินทางจากน้ำมันไปยังน้ำ และมีนักเรียนร้อยละ 1 ไม่ตอบคำถาม เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกข้อความที่สามารถอธิบายการมองเห็นตำแหน่งของปลาในสระน้ำ นักเรียนร้อยละ 16 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกคำตอบและเหตุผลที่สอดคล้องได้ถูกต้อง นักเรียนร้อยละ 84 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกคำตอบและเหตุผลที่สอดคล้องได้ถูกต้อง โดยนักเรียนคิดว่าจะมองเห็นปลาอยู่ลึกกว่าความเป็นจริงหรือมองเห็นปลาอยู่ระดับเดิมตามความเป็นจริง

3.2 การหักเหของแสงผ่านปริซึม นักเรียนร้อยละ 8 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกภาพที่แสดงการหักเหของแสงผ่านปริซึมและเหตุผลที่สอดคล้องเพื่ออธิบายการเกิดการหักเหได้อย่างถูกต้อง นักเรียนร้อยละ 87 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกภาพที่แสดงการหักเหของแสงผ่านปริซึมและเหตุผลที่สอดคล้องเพื่ออธิบายการเกิดการหักเหได้อย่างถูกต้อง ซึ่งนักเรียนเลือกภาพของการหักเหของแสงผ่านปริซึมโดยแสงสีม่วงจะหักเหน้อยที่สุดและแสงสีแดงจะหักเหมากที่สุด นักเรียนร้อยละ 4 มีมโนมติคลาดเคลื่อนบางส่วนเพราะเข้าใจว่าแสงสีม่วงหักเหมากที่สุดและแถบสีที่เกิดขึ้นนั้นต่อเนื่องกันโดยมีขอบเขตของสีอย่างแน่นอน และมีนักเรียนร้อยละ 1 ไม่ตอบคำถาม

3.3 หลักของการหักเหของแสง ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกข้อความที่อธิบายการหักเหของแสงที่เกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางในแนวตั้งฉากกับผิวรอยต่อของตัวกลางทั้งสอง ซึ่งในกรณีนี้แสงจะไม่เกิดการหักเหเนื่องจาก หน้าคลื่นของแสงตกกระทบพร้อมกันจึงทำให้หน้าคลื่นอยู่แนวเดิม แต่ถ้าหน้าคลื่นของแสงตกกระทบไม่พร้อมกันจะทำให้เกิดหน้าคลื่นในแนวใหม่ นักเรียนร้อยละ 11 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกข้อความได้ถูกต้อง นักเรียนร้อยละ 77 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกข้อความได้ถูกต้องโดยนักเรียนเลือกว่าจะมีการหักเหกลับทางเดิมหรือมีการหักเหเกิดขึ้นเพราะแสงเดินทางผ่านตัวกลางสองชนิด นักเรียนร้อยละ 7 มีมโนมติคลาดเคลื่อนบางส่วนเพราะเข้าใจว่าจะไม่เกิดการหักเหเนื่องจากแสงจะสะท้อนกลับทางเดิมหมด และมีนักเรียนร้อยละ 5 ไม่ตอบคำถาม

โดยสรุปในเรื่องการหักเหของแสงนั้น พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเดินทางของแสงเมื่อเกิดการหักเหของแสงขึ้น มากที่สุด (ร้อยละ 17) รองลงมา คือ หลักการของการหักเหของแสง (ร้อยละ 11) และการหักเหของแสงผ่านปริซึม (ร้อยละ 8) ตามลำดับ การที่นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนนั้นอาจเป็นเพราะนักเรียนไม่เข้าใจมโนมติเรื่องการหักเหของแสงว่าเมื่อแสงเดินทางเปลี่ยนตัวกลางจะเกิดการหักเหขึ้น และอาจเป็นเพราะการหักเหของแสงเป็นปรากฏการณ์ที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนอาจละเลยไป ไม่ได้สังเกตทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า การมองเห็นตำแหน่งของปลาในน้ำนั้นจะลึกกว่าความเป็นจริง

4. แสงสี

มีคำถามทั้งหมด 4 ข้อที่ใช้วัดมโนมติเรื่องแสงสี ซึ่งได้แก่มโนมติเรื่อง การมองเห็นสีของวัตถุในแสงขาว (1 ข้อ) ในแสงสี (1 ข้อ) เมื่อแสงผ่านแผ่นกรองแสง (1 ข้อ) เมื่อมองสีอื่นเป็นเวลานานๆ (1 ข้อ)

4.1 ในเรื่องการมองเห็นสีของวัตถุในแสงขาวนั้น นักเรียนเลือกข้อความที่สามารถอธิบายว่าการที่มองเห็นวัตถุเป็นสีขาวหรือสีดำนั้น

เป็นเพราะอะไร นักเรียนร้อยละ 2 เท่านั้นมีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกข้อความได้ถูกต้องว่าการที่มองเห็นวัตถุเป็นสีขาวหรือสีดำนั้นเป็นเพราะมีแสงตกกระทบวัตถุแล้วไม่สะท้อนเข้าสู่ตาจะเห็นเป็นสีดำหรือสะท้อนเข้าสู่ตาจะเห็นเป็นสีขาวหรือวัตถุสีดำนั้นดูดกลืนแสงทั้งหมดส่วนวัตถุสีขาวสะท้อนแสงทั้งหมดเข้าสู่ตา นักเรียนร้อยละ 95 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกข้อความได้ถูกต้อง โดยมโนมติที่คลาดเคลื่อนนั้นมีนักเรียนร้อยละ 17 มีมโนมติว่า สีต่างๆที่มองเห็นเป็นสีของวัตถุจริง ไม่ใช่สีของแสง และมีนักเรียนร้อยละ 3 ไม่ตอบคำถาม

4.2 ในเรื่องการมองเห็นสีของวัตถุในแสงสีนั้น นักเรียนเลือกข้อความที่ตอบคำถามว่าเมื่อนักเรียนสวมหมวกสีเขียว เสื้อสีขาวลายมังกรสีแดงแล้วไปอยู่ในห้องที่ฉายด้วยไฟสีเขียว นักเรียนจะเห็นหมวกและเสื้อของนักเรียนเป็นสีอะไร เพราะอะไร นักเรียนร้อยละ 10 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกข้อความได้ถูกต้องว่าเมื่อนักเรียนสวมหมวกสีเขียว เสื้อสีขาวลายมังกรสีแดง แล้วไปอยู่ในห้องที่ฉายด้วยไฟสีเขียว นักเรียนจะเห็นหมวกเป็นสีเขียวและเสื้อสีเขียวลายมังกรสีดำ นักเรียนร้อยละ 38 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกข้อความได้ถูกต้อง นักเรียนร้อยละ 48 มีมโนมติคลาดเคลื่อนบางส่วนเพราะเป็นการรวมกันของแสงสี และมีนักเรียนร้อยละ 4 ไม่ตอบคำถาม

4.3 ในเรื่องแสงผ่านแผ่นกรองแสงนั้น นักเรียนเลือกข้อความที่สามารถอธิบายว่า แสงที่เดินทางผ่านแผ่นกรองแสงสีแดงจะเห็นเป็นสีแดงเพราะอะไร นักเรียนร้อยละ 8 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกข้อความได้ถูกต้องว่าแสงที่เดินทางผ่านแผ่นกรองแสงสีแดงจะเห็นเป็นสีแดงเพราะแผ่นกรองแสงสีแดงจะดูดกลืนแสงสีอื่นไว้และยอมให้แสงสีแดงผ่านออกมาเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากเป็นสมบัติของแผ่นกรองแสงนั้นที่จะดูดกลืนสีอื่นไว้และสะท้อนเฉพาะแสงเฉดสีแดงเข้าสู่ตา นักเรียนร้อยละ 87 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกข้อความได้ถูกต้อง โดยนักเรียนเลือกข้อความว่าแสงที่ผ่านออกมายังเป็นสีขาวเหมือนเดิมแต่สารสีแดงในแผ่นกรองแสงกระตุ้นให้แสงสีแดงเข้าสู่ตาได้มากกว่าสีอื่นๆและแสงที่เห็นเป็นแสงสะท้อนกับแผ่นกรองแสงสีแดง และมีนักเรียนร้อยละ 5 ไม่ตอบคำถาม

4.4 ในเรื่องการมองเห็นสีของวัตถุเมื่อมองสีอื่นเป็นเวลานานๆนั้น นักเรียนเลือกข้อความที่ตอบคำถามว่า ถ้ามองดูสีเขียวเป็นเวลานานๆแล้วหันไปดูวัตถุที่มีสีขาวทันที นักเรียนจะเห็นวัตถุเป็นสีอะไร เพราะอะไร นักเรียนร้อยละ 8 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกข้อความได้ถูกต้องว่าเมื่อนักเรียนมองดูสีเขียวเป็นเวลานานๆแล้วหันไปดูวัตถุที่มีสีขาวทันที นักเรียนจะเห็นวัตถุเป็นสีม่วงแดงเพราะเมื่อนักเรียนมองสีใดสีหนึ่งเป็นเวลานานๆ ทำให้เซลล์รูปกรวยในเรตินาที่ไวต่อแสงสีนั้นๆล้า จึงทำให้เซลล์รูปกรวยอีกสองสีนั้นตอบสนองอย่างรวดเร็ว ในกรณีนี้เซลล์รูปกรวยสีเขียวล้า จึงทำให้เซลล์รูปกรวยสีแดงและน้ำเงินทำงานอย่างรวดเร็วจึงมองเห็นเป็นสีม่วงแดง นักเรียนร้อยละ 88 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกข้อความได้ถูกต้อง เช่นนักเรียนเลือกว่าเป็นสีเขียวเพราะการที่มองสีหนึ่งๆเป็นเวลานานๆ (สีเขียว) แล้วไปมองสีขาวทันที สมองจะจดจำสีที่มองเห็นอยู่สักระยะ (สีเขียว) จึงมองเห็นวัตถุเป็นสีเขียว และมีนักเรียนร้อยละ 4 ไม่ตอบคำถาม

โดยสรุปในเรื่องแสงสีนั้น พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการมองเห็นสีของวัตถุในแสงในแสงสี มากที่สุด (ร้อยละ 10) รองลงมา คือ แสงสีเมื่อผ่านแผ่นกรองแสง (ร้อยละ 8) เมื่อมองสีอื่นเป็นเวลานานๆ (ร้อยละ 8) และการมองเห็นสีของวัตถุในแสงขาว (ร้อยละ 2) ตามลำดับ การที่นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่องแสงสีนั้นเพราะนักเรียนไม่เข้าใจมโนมติเรื่องการสะท้อนของแสงและอาจเป็นเพราะรังสีสะท้อนที่เกิดขึ้นนั้นเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น จึงทำให้นักเรียนเข้าใจว่าสีนั้นเป็นคุณสมบัติของวัตถุไม่ได้เกี่ยวกับการสะท้อนของแสงเลย ผลการวิจัยในเรื่องสีของวัตถุนั้นสอดคล้องกับการวิจัยของ Salley (1996) ที่พบว่า นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนว่าแสงสีเหลืองนั้นถูกกระตุ้นจากกระดาษสู่ตาผู้สังเกต หรือ การที่เห็นสีเหลืองเกิดจากสีเหลืองบางส่วนจากกระดาษและบางส่วนจากแสง

5. ทัศนอุปกรณ์

มีคำถามทั้งหมด 3 ข้อที่ใช้วัดมโนมติเรื่องทัศนอุปกรณ์ ได้แก่ หลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย (1 ข้อ) การเปรียบเทียบนัยน์ตามนุษย์กับกล้องถ่ายรูป (1 ข้อ) และหลักการของกล้องจุลทรรศน์ (1 ข้อ)

5.1 หลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์ ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่สามารถอธิบายถึงหลักการของกล้องโทรทรรศน์อย่างง่ายได้ นักเรียนร้อยละ 17 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้องว่า เมื่อแสงจากวัตถุผ่านเลนส์ใกล้วัตถุทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับ จากนั้นเลนส์ใกล้ตาทำหน้าที่ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น นักเรียนร้อยละ 68 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกคำตอบที่ถูกต้องโดยนักเรียนเลือกว่า เลนส์ใกล้วัตถุจะทำหน้าที่ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นกว่าเดิม และมีนักเรียนร้อยละ 15 ไม่ตอบคำถาม

5.2 การเปรียบเทียบนัยน์ตามนุษย์กับกล้องถ่ายรูป ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกคำตอบของคำถามที่ถามว่า ภาพที่เกิดบนฟิล์มของกล้องถ่ายรูปและภาพที่เกิดบนเรตินาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร นักเรียนร้อยละ 1 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้องว่า ภาพที่เกิดบนฟิล์มของกล้องถ่ายรูปและภาพที่เกิดบนเรตินาเหมือนกันเพราะเป็นภาพจริงหัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุเหมือนกัน นักเรียนร้อยละ 84 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้องโดยนักเรียนเลือกข้อความว่า ภาพที่เกิดบนฟิล์มของกล้องถ่ายรูปและภาพที่เกิดบนเรตินาไม่เหมือนกันเพราะภาพที่เกิดบนฟิล์มเป็นภาพจริงหัวกลับ ขนาดเล็กว่าวัตถุแต่ภาพที่เกิดบนเรตินาเป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ และมีนักเรียนร้อยละ 15 ไม่ตอบคำถาม

5.3 หลักการของกล้องจุลทรรศน์ ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่อธิบายถึงหลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์ได้ นักเรียนร้อยละ 7 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้องว่า ภาพจากกล้องจุลทรรศน์นั้นเป็นภาพขนาดใหญ่ เพราะภาพจริงที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุอยู่ห่างจากเลนส์ใกล้ตาน้อยกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตาเล็กน้อย นักเรียนร้อยละ 83 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้องโดยนักเรียนเลือกข้อความว่า ภาพจริงที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุต้องอยู่ห่างจากเลนส์ใกล้ตามากกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตาเล็กน้อย และมีนักเรียนร้อยละ 10 ไม่ตอบคำถาม

โดยสรุปในเรื่องทัศนอุปกรณ์นั้น พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ในเรื่องหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์อย่างง่ายมากที่สุด (ร้อยละ 17) รองลงมา คือ หลักการของกล้องจุลทรรศน์ (ร้อยละ 7) และการเปรียบเทียบนัยน์ตามนุษย์กับกล้องถ่ายรูป (ร้อยละ 1) ตามลำดับ การที่นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่องทัศนอุปกรณ์นั้นเป็นเพราะนักเรียนไม่มีความเข้าใจในมโนมติเรื่องการเกิดภาพจากกระจกและเลนส์ดีพอ และมโนมติในเรื่องดังกล่าวเป็นมโนมติพื้นฐานของมโนมติเรื่องทัศนอุปกรณ์

6. การมองเห็น

มีคำถามทั้งหมด 3 ข้อที่ใช้วัดมโนมติเรื่องการมองเห็น

6.1 การมองเห็นเปลวเทียน ผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามโดยจำลองสถานการณ์ว่า เด็กชายแดงกำลังนั่งดูเปลวเทียนในห้องมืด และถามว่า เด็กชายแดงเห็นเปลวเทียนได้เพราะอะไรและให้นักเรียนวาดภาพแสดงการเดินทางของแสงที่แสดงถึงการมองเห็นเปลวเทียน นักเรียนร้อยละ 16 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะตอบว่าแสงที่เปล่งออกมาจากเปลวเทียนเดินทางเข้ามาทางตาของแดงและสามารถวาดภาพแสดงการเดินทางของแสงที่แสดงถึงการมองเห็นเปลวเทียนได้ (รูปที่ 1ก) นักเรียนร้อยละ 68 มีมโนมติคลาดเคลื่อน (รูปที่ 2) นักเรียนร้อยละ 12 มีมโนมติคลาดเคลื่อนบางส่วนเพราะนักเรียนตอบว่า เพราะแดงมีตาจึงสามารถมองเห็นเปลวเทียนได้ และมีนักเรียนร้อยละ 4 ไม่ตอบคำถาม

6.2 การมองเห็นแท่งเทียน ผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามโดยจำลองสถานการณ์ว่า เด็กชายแดงกำลังนั่งดูแท่งเทียนในห้องมืด และถามว่า

เด็กชายแดงเห็นแท่งเทียนได้เพราะอะไรและให้นักเรียนวาดภาพแสดงการเดินทางของแสงที่แสดงถึงการมองเห็นแท่งเทียน นักเรียนร้อยละ 11 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะตอบว่าแสงที่เปล่งออกมาจากเปลวเทียนส่องไปที่แท่งเทียนไขแล้วเดินทางเข้ามาทางตาของแดงและสามารถวาดภาพแสดงการเดินทางของแสงที่แสดงถึงการมองเห็นแท่งเทียนได้ (รูปที่ 1ข) นักเรียนร้อยละ 46 มีมโนมติคลาดเคลื่อน (รูปที่ 3) นักเรียนร้อยละ 38 มีมโนมติคลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะนักเรียนตอบว่า เพราะแดงมีตาจึงสามารถมองเห็นแท่งเทียนได้ และมีนักเรียนร้อยละ 5 ไม่ตอบคำถาม

6.3 ความผิดปกติของการมองเห็น ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกคำตอบของคำถามที่ว่า รูปที่กำหนดให้เป็นความผิดปกติของสายตาอย่างไรและต้องแก้ไขอย่างไร นักเรียนร้อยละ 8 มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพราะสามารถเลือกคำตอบและเหตุผลได้ถูกต้องว่า รูปที่กำหนดให้คือ สายตาสั้นเนื่องจากกระบอกตายาวเกินไปทำให้ภาพตกก่อนถึงเรตินา แก้ไขโดยเลนส์เว้าเพราะเลนส์เว้าช่วยกระจายแสงจากวัตถุที่ผ่านเลนส์ตาไปทำให้เกิดภาพบนเรตินาพอดี นักเรียนร้อยละ 85 มีมโนมติคลาดเคลื่อนเพราะไม่สามารถเลือกคำตอบและเหตุผลได้ถูกต้อง โดยนักเรียนเลือกข้อความว่า รูปที่กำหนดมาเป็นความผิดปกติของสายตาแบบสายตายาวเนื่องจากกระบอกตายาวเกินไปทำให้ภาพตกก่อนถึงเรตินา แก้ไขโดยเลนส์เว้าเพราะเลนส์เว้าช่วยกระจายแสงจากวัตถุที่ผ่านเลนส์ตาไปทำให้เกิดภาพบนเรตินาพอดี และมีนักเรียนร้อยละ 7 ไม่ตอบคำถาม

โดยสรุปในเรื่องการมองเห็นนั้น พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ในเรื่องการเดินทางของแสงที่แสดงถึงการมองเห็นเปลวเทียนมากที่สุด (ร้อยละ 16) รองลงมา คือ การเดินทางของแสงที่แสดงถึงการมองเห็นแท่งเทียน (ร้อยละ 11) และเรื่องความผิดปกติของสายตา (ร้อยละ 8) ตามลำดับ

การที่นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่องการมองเห็น (รูปที่ 2 และ 3) นั้นอาจเป็นเพราะ นักเรียนไม่เข้าใจว่ามโนมติเรื่องการมองเห็นนั้นมีความสัมพันธ์กับมโนมติเรื่องการสะท้อนของแสง ซึ่งการมองเห็นนั้นเกิดจากแสงสะท้อนที่มาจากวัตถุผ่านเข้าสู่ตานั้นเอง และนักเรียนยังไม่เข้าใจมโนมติว่า การมองเห็นได้นั้นต้องมีองค์ประกอบทั้งนัยน์ตาและแสง นักเรียนคิดว่าการมองเห็นนั้นเกิดมาจากนัยน์ตาเพียงอย่างเดียว มโนมติเรื่องการมองเห็นนั้นสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Andersson and Karrqvist (1983), Ramadas and Driver, (1989) and Osborne et al., (1993) ที่พบว่านักเรียนมักจะอธิบายว่า การมองเห็นเกิดจากมีแสงจากดวงตาไปยังวัตถุแทนที่จะเป็นแสงสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ตาของเรา

สรุป

ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2548 มีมโนมติวิทยาศาสตร์และคลาดเคลื่อนในทุกๆมโนมติ โดยมโนมติที่นักเรียนคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ เรื่องแสงสี รองลงมา คือ เรื่องการหักเหของแสง การเกิดภาพจากกระจกเงาราบและเลนส์ การมองเห็น ทัศนอุปกรณ์และธรรมชาติของแสง ตามลำดับ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะเรื่องแสงเป็นมโนมติเชิงนามธรรม ซึ่งต้องอาศัยการจินตนาการจากผู้เรียน เช่น แสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดมีทิศทางรอบๆแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางรอบๆของแหล่งกำเนิดและจุดทุกจุดที่มีแสงออกมาในลักษณะขยายออก บางครั้งยากที่นักเรียนจะจินตนาการได้ ซึ่งตามปกตินักเรียนจะมีมโนมติแค่ว่าแสงออกจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางรอบๆแหล่งกำเนิดแสงโดยไม่ได้พิจารณาว่าจุดทุกจุดที่มีแสงออกมาในลักษณะขยายออก หรือเพราะนักเรียนไม่มีความเข้าใจหรือละเลยมโนมติพื้นฐานที่ใช้อธิบายมโนมตินั้นๆ เช่น มโนมติเรื่องการสะท้อนของแสงเป็นมโนมติพื้นฐานของการมองเห็น และการเกิดภาพจากกระจกและเลนส์เป็นมโนมติพื้นฐานของมโนมติเรื่องทัศนอุปกรณ์ หรือเพราะนักเรียนส่วนใหญ่ใช้ความจำและประสบการณ์ที่พบ เพื่ออธิบายหรือแก้โจทย์ปัญหา เช่นในเรื่องการเกิดภาพจากกระจกโค้งและเลนส์ที่นักเรียนมักจะใช้ความจำในการแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนเรื่องแสงในหลายๆมโนมติหลัก โดยเฉพาะเรื่องแสงสี เรื่องการหักเหของแสง และเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาราบและเลนส์ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้ครูผู้สอนเน้นในมโนมติดังกล่าว ครูควรให้นักเรียนทำการทดลองที่เห็นจริงเนื่องจากบางเรื่องเป็นมโนมติเชิงนามธรรม โดยเฉพาะเรื่องการเดินทางของแสงและแสงสี ครูผู้สอนควรใช้สื่อหรือเทคโนโลยีต่างๆที่จะสามารถช่วยให้นักเรียนมองเห็นแนวความคิดนั้นๆเป็นรูปธรรมมากขึ้น เช่นการใช้สื่อคอมพิวเตอร์แสดงการผสมสี และในเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาราบและเลนส์ควรให้นักเรียนได้ลงมือกระทำ เพราะการที่ให้นักเรียนได้ลงมือกระทำทำให้นักเรียนสามารถเห็นจริงได้ว่าการเกิดภาพจากเลนส์และกระจกเป็นเช่นไร นอกจากนั้นแล้วการมีความรู้พื้นฐานที่ดีก็จะทำให้นักเรียนใช้ความรู้พื้นฐานนั้นไปใช้อธิบายแนวคิดที่ซับซ้อนขึ้น จากผลวิจัยมโนมติที่นักเรียนไม่ตอบมากที่สุด คือ มโนมติเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาราบและเลนส์และเรื่องทัศนอุปกรณ์ ซึ่งเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาราบและเลนส์เป็นพื้นฐานของเรื่องทัศนอุปกรณ์ สิ่งนี้สะท้อนให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนขาดความรู้พื้นฐานนักเรียนก็จะไม่สามารถเข้าใจความรู้ในระดับสูงขึ้นไปได้

เอกสารอ้างอิง

วิทยา วรพันธุ์. 2546. **การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนมติฟิสิกส์** :การหักเหของแสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse., วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. **คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

โสภาพรรณ แสงศัพท์. 2538. **รายงานการวิจัยเรื่องมโนภาพที่คลาดเคลื่อนทางฟิสิกส์ในวิชาแสงที่ได้จากการพิจารณาคำตอบอย่างเดียวกับวิธีที่พิจารณาทั้งคำตอบและเหตุผลของนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มโรงเรียนที่ 5:** กรุงเทพฯ. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2545. **พระราช บัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.** กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1993. **Benchmarks for science literacy: Project 2061.** New York: Oxford University Press.

Anderson, C.W. and Smith, E.L. 1983. Children's conceptions of light and color: understanding the concept of unseen rays. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association.

Andersson, B. and Karrqvist, C. 1983. How Swedish pupils aged 12 - 15 years understand light and its properties. **European Journal of Science Education** 5(4):387-402.

Donovan, S. and Bransford, J. D. 2005. **How Students Learn: History, Mathematics, and Science in the Classroom.** National Academies Press.

Feher, E. and Meyer, K. R. 1992. Children's concept of color. **Journal of Research in Science Teaching** 29 (5): 505 - 520.

Fethestonhaugh, T. and Treagust, D. F. 1990. Studens' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. **Science Education** 76 (6): 653-672

Galili, I. 1996. Students' conceptual change in geometrical optics. **International Journal of Science Education** 18(7): 847- 868.

Galili, I. and Goldberg, F. 1993. Left-Right Conversions in a Plane Mirror. **The Physics Teacher** 31(8): 463 - 466.

Goldberg, F. and McDermott, L. C. 1986. Student difficulties in understanding image formation by a plane mirror. **The Physics Teacher** 24: 472-480.

Goldberg, F. and McDermott, L.C. 1987. An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirror. **American Journal of Physics** 55: 108-19.

Guesne, E. 1985. **Light. In Children's Ideas in Science.** Philadelphia. Open University Press.

Magnusson, S. and Palincsar, A. 1995. Learning environments as a site of science education reform: Anillustration using interdisciplinary guided inquiry. **Theory into Practice** 34: 43 - 50.

National Research Council (NRC). 1995. **National Science Education Standards.** Washington, D.C. National Academy Press.

Novak, J. D. 1990. Concept Maps and Vee Diagrams: Two Metacognitive Tools for Science and Mathematics Education. **Instructional Science** 19:29-52.

Osborne, J. F.,Black, P. J.,Smith, M., and Meadows, J. 1993. Young children's ideas about light and their Development. **International Journal of Science Education** 15(1):83-93.

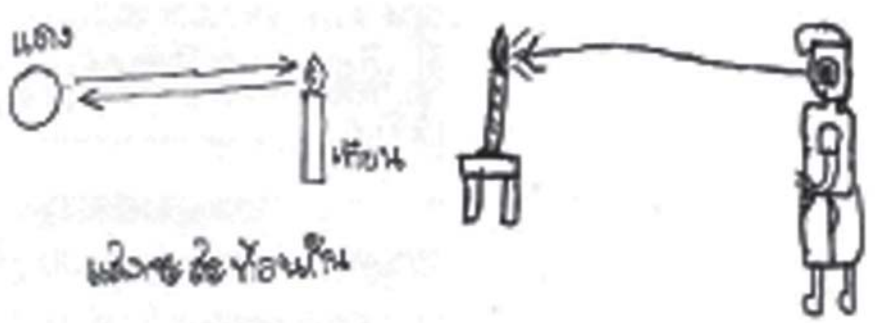
Ramadas, J. and Driver, R. 1989. **Aspects of Secondary Students' Ideas about Light.** Centre for Studies in Science and Maths Education. Leeds, UK. University of Leeds.

Salley, N.J. 1996. Toward a phenomenography of light and vision. **International Journal of Science Education** 18(7): 837- 846.

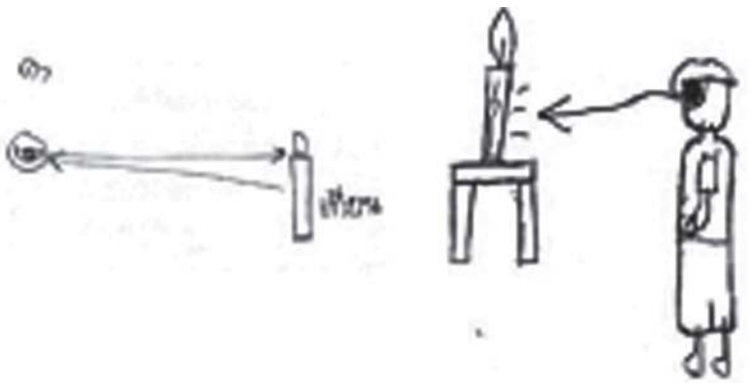
Watts, M. 1985. Student conception of light: a case study. **Physics Education** 20(4):183-187.

(ก) (ข)

รูปที่ 1. ภาพวาดของนักเรียนที่แสดงถึงมโนมติวิทยาศาสตร์ในเรื่องการมองเห็นเปลวเทียน (ก) และแท่งเทียน (ข)



รูปที่ 2. ภาพวาดของนักเรียนที่แสดงถึงมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่องการมองเห็นเปลวเทียน



รูปที่ 3. ภาพวาดของนักเรียนที่แสดงถึงมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่องการมองเห็นแท่งเทียน