บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจมโนมติและการเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ผู้วิจัยได้ทำการทดลองและเก็บข้อมูลจากการทดสอบความเข้าใจมโนมติก่อนและหลังเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 38 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 8 มโนมติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนและปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอเป็นลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ในการนำเสนอข้อมูลผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล จึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลดังนี้

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

CU แทน ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (Complete Understanding) คำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด

PU แทน ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding) คำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

PS แทน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception) นักเรียนเลือกคำตอบถูกแต่ให้เหตุผลไม่ถูกหรือไม่ให้เหตุผลหรือเลือกคำตอบไม่ถูกแต่ให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน

AC แทน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception) คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

NU แทน ความไม่เข้าใจ (No Understanding) คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม

ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและทดลองใช้มาเป็นลำดับ ทั้งนี้ได้จัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการเป็นระยะๆ ตามความเหมาะสมกับเวลาในการดำเนินการ และนำมาวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยหาคะแนนเฉลี่ย ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังจากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยตรวจคำตอบของนักเรียนแล้วจัดแบ่งคำตอบเป็นกลุ่มตามลักษณะของคำตอบ 5 ระดับ จากนั้นนับความถี่และหาค่าร้อยละ ของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับคะแนน และหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (RAI)

2.1 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จำนวน 30 ข้อ

2.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE จำนวน 8 มโนมติ

2.3 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์รายข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

ผลการศึกษาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ผลจากคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์จากการตอบแบบวัดมโนมติก่อนและหลังเรียน สามารถวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลตามตารางที่ 5 ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 5 คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE

การทดสอบความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ก่อนเรียน	30	8.95	7.55	29.82
หลังเรียน	30	21.05	12.40	70.18

จากตารางที่ 5 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น เฉลี่ย 8.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ของคะแนนเต็ม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 7.55 หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติเฉลี่ยเท่ากับ 29.82 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.18 ของคะแนนเต็ม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 12.40 (ตารางภาคผนวกที่ 14)

2. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

จำนวนความถี่และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจคลาดเคลื่อน จำนวน 30 ข้อ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 6 ความถี่และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจคลาดเคลื่อน ก่อนและหลังเรียน

ข้อที่	ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (จำนวนคน)				ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (จำนวนคน)					
	CU		PU		PS		AC		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	6	20	10	12	11	5	11	1	0	0
2	6	18	12	13	8	7	7	0	5	0

ข้อที่	ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (จำนวนคน)				ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (จำนวนคน)					
	CU		PU		PS		AC		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
3	2	21	10	8	6	5	20	4	0	0
4	6	24	10	8	12	6	7	0	3	0
5	2	22	8	9	20	8	8	0	1	0
6	2	23	13	11	17	4	6	0	0	0
7	0	16	3	11	13	8	22	3	0	0
8	0	28	0	2	2	6	35	2	0	0
9	0	21	14	11	8	3	15	3	1	0
10	0	23	4	4	9	8	20	2	5	2
11	0	15	6	8	13	9	19	4	0	0
12	8	34	14	2	14	3	2	0	0	0
13	7	33	15	3	14	2	2	0	0	0
14	5	23	10	9	18	8	3	0	2	0
15	3	22	12	9	20	7	3	0	0	0
16	0	17	3	5	12	9	23	7	0	0
17	0	21	0	5	10	7	28	5	0	0
18	15	31	10	5	5	2	8	0	0	0
19	0	14	0	14	7	6	31	4	0	0
20	0	20	13	13	18	5	7	0	0	0
21	5	26	10	8	4	18	0	5	0	0
22	0	23	5	10	22	5	11	0	0	0
23	10	28	17	8	3	2	8	0	0	0
24	0	21	27	13	3	2	8	2	0	0
25	0	18	16	13	7	4	15	3	0	0
26	9	36	24	2	5	0	0	0	0	0

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อที่	ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (จำนวนคน)				ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (จำนวนคน)					
	CU		PU		PS		AC		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
27	3	18	13	14	16	6	6	0	0	0
28	8	24	12	10	9	4	8	0	1	0
29	0	20	10	10	9	5	19	3	0	0
30	0	27	6	4	12	5	20	2	0	0
รวม (คน)	97	687	307	254	327	169	372	50	18	2
ร้อยละ	8.51	60.26	26.93	22.28	28.68	14.82	32.63	4.39	1.58	0.18
จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (CU + PU = 8.51 + 26.93) คิดเป็นร้อยละ 34.90 %					จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนก่อนเรียน (PS + AC + NU = 28.68 + 32.63 + 1.58) คิดเป็นร้อยละ 62.89 %					
จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติ ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (CU + PU = 60.26 + 22.28) คิดเป็นร้อยละ 82.54 %					จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหลังเรียน (PS + AC + NU = 14.82 + 4.39 + 0.18) คิดเป็นร้อยละ 19.39 %					

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
RAJABHAT SUAN SUNANDHA UNIVERSITY

จากตารางที่ 6 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ความเข้าใจมโนมติระดับที่คลาดเลื่อน (AC) ไปจนถึงความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (CU) โดยก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (CU+PU) เฉลี่ยร้อยละ 34.90 และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) ก่อนเรียน เฉลี่ยร้อยละ 62.89 แต่หลังจากที่นักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE เรื่อง แสงและการมองเห็น พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์รายข้อ (CU+PU) หลังเรียนเพิ่มสูงขึ้น เฉลี่ยร้อยละ 82.54 และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) หลังเรียนลดลง เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 19.39

2.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ทั้ง 8 มโนมติ

ตารางแสดงระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ทั้ง 8 มโนมติหลัก แสดงดังตารางที่ 7 และตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ร้อยละของระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ทั้ง 8 มโนมติ

มโนมติ	ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน (ร้อยละ)				
	CU	PU	PS	AC	NU
1. การสะท้อนแสง	12.28	28.07	21.93	33.33	4.39
2. ภาพจากการสะท้อนแสง	6.58	22.37	40.79	28.95	2.63
3. ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน	4.21	20.00	24.21	47.89	3.16
4. การหักเหของแสง	13.16	32.46	45.61	7.02	1.75
5. การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน	7.89	12.11	21.05	38.95	0.00
6. การหักเหและการใช้ประโยชน์	9.87	38.82	21.05	4.61	0.00
7. ผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต	11.63	52.63	15.79	19.74	0.00
8. สีและการดูดกลืนแสงสีของวัตถุ	7.24	26.97	30.26	34.87	0.66
รวม (ร้อยละ)	9.11	29.18	27.59	26.92	1.57

จากตารางที่ 7 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) มากที่สุดในมโนมติที่ 4 เรื่อง การหักเหของแสง คิดเป็นร้อยละ 13.16 รองลงมา เรื่อง การสะท้อนของแสง ร้อยละ 12.28 และมโนมติที่นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ น้อยที่สุด คือ มโนมติที่ 3 เรื่อง ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน เพียงร้อยละ 4.21 นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ในทุกมโนมติมากที่สุด เรื่อง ผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต ร้อยละ 52.63 รองลงมา เรื่อง การหักเหและการใช้ประโยชน์ ร้อยละ 38.82 และน้อยที่สุดมโนมติที่ 5 เรื่อง การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน ร้อยละ 20.00 นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มโนมติมากที่สุด เรื่อง การหักเหของแสง คิดเป็นร้อยละ 45.61 รองลงมา เรื่อง ภาพจากการสะท้อนแสง ร้อยละ 40.79 และน้อยที่สุด เรื่อง ผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต ร้อยละ 15.79

2.4 นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) มากที่สุดในมโนมติที่ 3 เรื่อง ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน คิดเป็นร้อยละ 47.89 รองลงมา เรื่อง การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน ร้อยละ 38.95 และน้อยที่สุด เรื่อง การหักเหของแสง ร้อยละ 7.02

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.5 นักเรียนมีความไม่เข้าใจ (NU) คือนักเรียนไม่ตอบคำถามและตอบไม่ตรงคำถามเกือบทุกมโนมติยกเว้น เรื่อง การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน การหักเหและการใช้ประโยชน์ และผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต

ตารางที่ 8 ร้อยละของระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียน ทั้ง 8 มโนมติ

มโนมติ	ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน (ร้อยละ)				
	CU	PU	PS	AC	NU
1. การสะท้อนแสง	51.75	28.95	14.91	4.39	0.00
2. ภาพจากการสะท้อนแสง	55.92	25.66	17.11	1.97	0.00
3. ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน	63.68	14.21	15.26	5.79	1.05
4. การหักเหของแสง	68.42	18.42	14.91	0.00	0.00
5. การหักเหแสงของเลนส์เว้าและเลนส์นูน	45.26	19.47	10.35	4.74	0.00
6. การหักเหและการใช้ประโยชน์	64.47	25.66	17.76	0.00	0.00
7. ผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต	71.05	19.74	5.26	3.95	0.00
8. สีและการดูดกลืนแสงสีของวัตถุ	58.55	25.00	13.16	3.29	0.00
รวม (ร้อยละ)	59.89	22.14	13.59	3.02	0.13

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 8 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีความเข้าใจระดับความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) มากที่สุดในมโนมติที่ 7 เรื่อง ผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต คิดเป็นร้อยละ 71.05 รองลงมาคือ มโนมติที่ 4 เรื่อง การหักเหของแสง คิดเป็นร้อยละ 68.42 มโนมติที่นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ น้อยที่สุด เรื่อง การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน ร้อยละ 45.26 นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) มากที่สุด เรื่อง ผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต คิดเป็นร้อยละ 71.05 รองลงมา เรื่อง การหักเหของแสง คิดเป็นร้อยละ 68.42 และน้อยที่สุดมโนมติที่ 5 เรื่อง การหักเหแสงของเลนส์เว้าและเลนส์นูน ร้อยละ 45.26 นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ในทุกมโนมติมากที่สุดคือ มโนมติที่ 1 เรื่อง การสะท้อนแสง ร้อยละ 28.95 รองลงมา เรื่อง ภาพจากการสะท้อนแสงและการหักเหและการใช้ประโยชน์ ร้อยละ 25.66 และน้อยที่สุดมโนมติที่ 3 เรื่อง ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน ร้อยละ 14.21 นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มโนมติมากที่สุดคือมโนมติที่ 6 เรื่อง การหักเหและการใช้ประโยชน์ คิดเป็นร้อยละ 17.76 รองลงมา เรื่อง

การหักเหของแสง ร้อยละ 17.11 และน้อยที่สุด เรื่อง ผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต ร้อยละ 5.26 นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) เกือบทุกเรื่องยกเว้น มโนมติที่ 4 การหักเหของแสง และมโนมติที่ 6 การหักเหและการใช้ประโยชน์ และพบว่านักเรียนมีความไม่เข้าใจ (NU) ในมโนมติที่ 3 ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน คิดเป็นร้อยละ 1.05

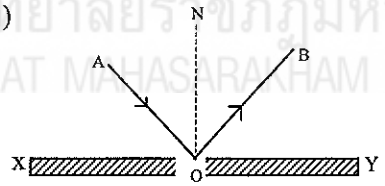
จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จนถึงระดับความไม่เข้าใจ (NU) มีเป็นจำนวนมากระหว่างร้อยละ 0.00 ถึงร้อยละ 45.61 และมีระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) เพียงร้อยละ 4.21 ถึงร้อยละ 13.16 แต่หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE แล้วพบว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อนลดลง และร้อยละของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในทุกมโนมติ

2.3 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เป็นรายข้อ ดังนี้

3.1 มโนมติที่ 1 เรื่อง การสะท้อนของแสง (ข้อสอบข้อที่ 1-3)

คำถามข้อที่ 1 จากภาพข้อใดเป็นมุมที่เกิดจากการสะท้อนที่ถูกต้องที่สุด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



คำตอบของคำถาม คือ ข เนื่องจากรังสีเมื่อตกกระทบผิววัตถุที่มีลักษณะผิวเรียบทึบ จะปรากฏรังสีสะท้อน ซึ่งมุมตกกระทบจะมีขนาดเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ เมื่อพิจารณาจากภาพและตัวเลือกดังกล่าวจะพบว่าขนาดของมุมที่มีขนาดเท่ากัน คือ มุม AON เท่ากับมุม BON

ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 1

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลง
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	มโนมติ (คน)
CU	6	15.79	6	0	0	0	0	0

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
PU	10	26.32	7	3	0	0	0	7
PS	11	28.95	4	4	3	0	0	8
AC	11	28.95	3	5	2	1	0	8
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	20	12	5	1	0	23
		ร้อยละ	52.63	31.58	13.16	2.63	0.00	60.53

จากการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การสะท้อนของแสง จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 1 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 10 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) 11 คน คิดเป็นร้อยละ 28.95 โดยนักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่ให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ให้เหตุผล และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 28.95 โดยนักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องและให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบเหตุผลที่เลือกคำตอบนั้น รวมจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 22 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 60.53 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 32 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของแนวรังสีตกกระทบ ลักษณะพื้นผิวของวัตถุและมุมสะท้อนของรังสีที่ถูกต้องได้ ซึ่งคำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญของมโนมติ ดังตัวอย่าง

"รังสีตกกระทบผิววัตถุที่มีลักษณะผิวเรียบทึบ จะปรากฏรังสีสะท้อน ซึ่งมุมตกกระทบจะมีขนาดเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ เพราะฉะนั้นขนาดของมุมที่มีขนาดเท่ากัน คือ มุม AON จะเท่ากับมุม BON"

"รังสีตกกระทบ AO เมื่อกระทบวัตถุ จะเกิดการสะท้อนออกจากผิววัตถุเกิดรังสีสะท้อน OB ได้มุมตกกระทบ AON และมุมสะท้อน BON"

"ระหว่างแนวรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติจะเกิดมุมเกิดขึ้น 2 มุม ซึ่งมุม AON จะเกิดขึ้นระหว่างรังสีตกกระทบกับเส้นปกติ เรียกมุมตกกระทบ และมุม BON เกิดขึ้นระว่างรังสีสะท้อนกับเส้นปกติ เรียกมุมสะท้อน"

"รังสี AO กระทบวัตถุ ซึ่งมีเส้น ON ตั้งฉากกับวัตถุเกิดเป็นเส้นปกติ เกิดการสะท้อนได้รังสี OB ได้มุมตกกระทบ AON และมุมสะท้อน BON"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของแนวรังสีได้ถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ดังตัวอย่าง

"รังสีเมื่อกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนแสงตามทิศทางลูกศร AO ไป ON"

"ขนาดของมุมที่เกิดจากการสะท้อนคือ มุม AON จะเท่ากับมุม BON โดยดูจากทิศทางของแนวลูกศรกับเส้นแบ่งครึ่งมุมที่ลูกศรชี้แสดงบอกทิศทาง"

"A กระทบ O สะท้อนไปจุด B มุมที่เกิดจะต้องเกี่ยวข้องกัน 3 จุด คือ AOB ส่วน N เป็นการแบ่งครึ่งเพื่อให้เกิดมุมในการสะท้อน"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลไม่ถูกหรือไม่ให้เหตุผลหรือเลือกคำตอบไม่ถูกแต่ให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน เช่น สามารถบอกมุมที่เกิดจากการสะท้อนได้ แต่ไม่สามารถบอกถึงลักษณะของรังสีตกกระทบหรือแนวรังสีสะท้อนเมื่อตกกระทบวัตถุได้ ดังตัวอย่าง

"เมื่อพิจารณาจากตัวเลือกทั้ง 4 ข้อ พบว่าขนาดของมุมที่เกิดจากการสะท้อนคือมุม AON จะเท่ากับมุม BON"

"จากรูปข้อ ข ถูกต้องที่สุด"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด เช่น นักเรียนตอบเพียงจุดที่สามารถเกิดมุมสะท้อนและมุมตกกระทบแต่เป็นมุมที่ไม่สัมพันธ์กับการกฎการสะท้อนแสง ตัวอย่าง

"ขนาดของมุมที่มีขนาดเท่ากัน คือ มุม AOX เท่ากับมุม AON"

"มุมที่เกิดจากการสะท้อน คือมุม BON เท่ากับมุม BOY"

"มุมที่เกิดจากการสะท้อน คือมุม AON เท่ากับมุม BON"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของแนวรังสีตกกระทบ ลักษณะพื้นผิวของวัตถุและมุมสะท้อน

ของรังสีที่ถูกต้องได้ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากอธิบายถึงลักษณะของแนวรังสีสะท้อนเมื่อแสงกระทบกับวัตถุได้เพียงบางส่วน ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เนื่องจากคำตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลไม่ถูก ตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะคำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยตอบคำถามที่ไม่สัมพันธ์กับการกฎการสะท้อนแสง ไม่เป็นไปตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และพบว่าไม่มีนักเรียนที่ไม่มีความไม่เข้าใจ เพราะนักเรียนตอบคำถามโดยให้เหตุผลประกอบแต่เป็นคำตอบที่มีความคลาดเคลื่อนทั้งหมด

คำถามข้อที่ 2 ข้อใดเขียนรังสีแสดงทิศทางการสะท้อนของแสงได้ถูกต้องที่สุด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ค เพราะรังสีเมื่อตกกระทบผิววัตถุที่มีลักษณะทึบและผิวเรียบจะปรากฏรังสีสะท้อนหรือการย้อนกลับของแสงบนระนาบเดียวกัน ทำให้เกิดมุมที่แสงสะท้อนตั้งฉากกับวัตถุ ซึ่งมุมตกกระทบจะมีขนาดเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ

ตารางที่ 10 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 2

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	6	15.79	6	0	0	0	0	0
PU	12	31.58	6	6	0	0	0	6
PS	8	21.05	3	3	2	0	0	6
AC	7	18.42	2	2	3	0	0	4
NU	5	13.16	1	2	2	0	0	3
รวม		คน	18	13	7	0	0	19
		ร้อยละ	47.37	34.21	18.42	0.00	0.00	50.00

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การสะท้อนของแสง จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 12 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) 8 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ความ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 18.42 และความไม่เข้าใจ (NU) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 13.16 โดยนักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องและให้เหตุผลไม่ถูกต้อง รวมจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 20 คน คิดเป็นร้อยละ 52.63

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 31 คน คิดเป็นร้อยละ 81.58 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการเกิดขึ้นของแนวรังสีตกกระทบพื้นผิวที่ทำให้เกิดมุมสะท้อนและสมบัติของมุมสะท้อนที่ถูกต้องได้ ซึ่งคำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ประกอบที่สำคัญของมโนมติ ดังตัวอย่าง

"รังสีเมื่อตกกระทบผิววัตถุที่มีลักษณะทึบ ผิวเรียบ จะปรากฏรังสีสะท้อนหรือการย้อนกลับของแสงบนระนาบเดียวกัน เกิดมุมที่แสงสะท้อนตั้งฉากกับวัตถุ ซึ่งมุมตกกระทบจะมีขนาดเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ"

"ขนาดของมุมตกกระทบจะแปรผันตามขนาดมุมสะท้อน เมื่อใช้เส้นปกติเป็นเกณฑ์ในการวัด"

"รังสีเมื่อกระทบวัตถุ จะเกิดการสะท้อนออกจากผิววัตถุมุมตกกระทบที่มีขนาดเท่ากับมุมสะท้อน ซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อนแสง"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของมุมที่เกิดขึ้นเมื่อรังสีกระทบกับวัตถุได้เพียงบางส่วน แต่ไม่สามารถอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดมุมสะท้อน ดังตัวอย่าง

"ขนาดมุมตกกระทบและมุมสะท้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองศาของพื้นผิววัตถุ ซึ่งรังสีตกกระทบผิววัตถุ จะเกิดมุมตกกระทบที่มีขนาดเท่ากับมุมสะท้อน เมื่อพิจารณาจากตัวเลือกทั้ง 4 ข้อ พบว่าภาพที่มีขนาดมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน คือภาพ ค"

"การสะท้อนของแสงจะต้องเกิดมุมที่มีขนาดเท่ากัน"

"มุมตกกระทบต้องมีขนาดเท่ากับมุมสะท้อน"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วนโดยคำตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลไม่ถูกซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถให้เหตุผลในทางวิทยาศาสตร์ประกอบได้ ดังตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"พิจารณาจากภาพตัวเลือก พบว่าข้อ ค มีความเป็นไปได้มากที่สุด หรือจากรูปข้อ ค ถูกต้องที่สุด"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลประกอบในทางวิทยาศาสตร์ได้ ตัวอย่างเช่น

"รังสีแสดงทิศทางการสะท้อนของแสงได้ถูกต้องที่สุด คือภาพ ก หรือ ภาพ ข หรือ ภาพ ง"

ระดับ NU ความไม่เข้าใจ คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามและไม่ตอบคำถาม ตัวอย่างเช่น

"แสงต้องสะท้อนเป็นปกติ เพราะเป็นธรรมชาติของแสง"

"แสงสะท้อนเพราะตามนุษย์มองให้เกิดการสะท้อน"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยอธิบายถึงลักษณะของแนวรังสีสะท้อนตามคุณสมบัติของแสงได้ถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ประกอบที่สำคัญ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากอธิบายถึงลักษณะของมุมที่เกิดขึ้นเมื่อรังสีกระทบกับวัตถุได้เพียงบางส่วน นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะเลือกคำตอบผิดและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีนักเรียนที่ไม่มีความไม่เข้าใจ เพราะนักเรียนตอบคำถามโดยให้เหตุผลประกอบแต่เป็นมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

คำถามข้อที่ 3 ถ้าลำแสงตกกระทบพื้นผิวที่ขรุขระ แสงสะท้อนจะมีลักษณะอย่างไร ที่สุด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ง เพราะ เมื่อรังสีตกกระทบผิววัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวด้าน หรือพื้นผิวขรุขระ ลำแสงสะท้อนจะแยกไปคนละทิศทาง เรียกว่า การสะท้อนแสงที่ไม่มีระเบียบ

ตารางที่ 11 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 3

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	2	5.26	2	0	0	0	0	0
PU	10	26.32	7	2	1	0	0	7

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
PS	6	15.79	4	2	0	0	0	6
AC	20	52.63	8	4	4	4	0	12
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	21	8	5	4	0	25
		ร้อยละ	55.26	21.05	13.16	10.53	0.00	65.79

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การสะท้อนของแสง จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 3 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 10 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 โดยนักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ให้เหตุผล ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 52.63 รวมจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 26 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 65.79 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 29 คน คิดเป็นร้อยละ 76.32 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของแนวรังสีสะท้อนตามสมบัติของแสงเมื่อสะท้อนวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวด้าน ขรุขระได้ ดังตัวอย่าง

"เมื่อรังสีตกกระทบผิววัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวด้าน ขรุขระ ลำแสงสะท้อนจะแยกไปคนละทิศทาง เรียก การสะท้อนแสงที่ไม่มีระเบียบ"

"เมื่อผิววัตถุไม่เรียบ แสงที่สะท้อนออกก็ต้องไม่เรียบหรือไม่เป็นแนว"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงทิศทางของรังสีเมื่อเกิดการสะท้อนพื้นผิวต่างๆได้เพียงบางส่วนแต่ไม่สามารถอธิบายถึงแนวรังสีที่เกิดขึ้นได้ ดังตัวอย่าง

"รังสีตกกระทบผิววัตถุที่มีลักษณะด้านและพื้นผิวที่ขรุขระ ลำแสงที่สะท้อนแยกไปคนละทิศทาง"

"แสงที่สะท้อนจะเห็นไม่ชัด"

"พื้นผิวที่ขรุขระไม่เรียบ ลำแสงก็จะไม่สะท้อนไปในทิศทางเดียวกัน"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลประกอบในทางวิทยาศาสตร์ได้เมื่อมีวัตถุผิวขรุขระเป็นตัวแปร ดังตัวอย่าง

"ลำแสงไม่เป็นระเบียบ ขึ้นอยู่กับแสงที่ฉายไม่มีความสม่ำเสมอกัน"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยนักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลประกอบในทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากตัวแปรที่เป็นวัตถุเมื่อแสงตกกระทบได้ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น

"ถ้าลำแสงตกกระทบพื้นผิวที่ขรุขระ แสงสะท้อนจะมีลักษณะเกิดการรวมแสงที่จุดใดจุดหนึ่งหลังกระจกแล้วจึงสะท้อนแสงออกมา"

"แสงที่สะท้อนพื้นผิวขรุขระจะไม่เป็นระเบียบเพราะพื้นผิวขรุขระไม่มีสมบัติเป็นตัวสะท้อนแสง"

"ลำแสงเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของแนวรังสีสะท้อนตามสมบัติของแสงเมื่อสะท้อนวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวขรุขระได้ถูกต้องสมบูรณ์ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อธิบายถึงทิศทางของรังสีเมื่อเกิดการสะท้อนพื้นผิวต่างๆได้เพียงบางส่วน ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลไม่ถูกหรือไม่ให้เหตุผล นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะเลือกคำตอบผิดและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีนักเรียนที่ไม่มีความไม่เข้าใจ เพราะนักเรียนตอบคำถามโดยให้เหตุผลประกอบแต่เป็นมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

3.2 มโนมติที่ 2 เรื่อง ภาพจากการสะท้อนแสงของวัตถุ (ข้อสอบข้อที่ 4-7)

คำถามข้อที่ 4 ถ้านำตัวอักษร **ง** ไปส่องหน้ากระจกเงาระนาบจะได้ภาพในกระจกเป็นอย่างไร

(รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ก เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบ ภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบ จะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง อยู่หลังกระจก ภาพมีลักษณะกลับด้านกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
NAKHON PHANOM UNIVERSITY

ตารางที่ 12 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 4

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	6	15.79	6	0	0	0	0	0
PU	10	26.32	6	4	0	0	0	6
PS	12	31.58	5	2	5	0	0	7
AC	7	18.42	5	1	1	0	0	6
NU	3	0.00	2	1	0	0	0	3
รวม		คน	24	8	6	0	0	22
		ร้อยละ	63.16	21.05	15.79	0.00	0.00	57.89

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง ภาพจากการสะท้อนแสงของวัตถุ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 4 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 10 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) 12 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 18.42 และความไม่เข้าใจ (NU) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.89 รวมจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 22 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 32 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้รวมทั้งอธิบายถึงตำแหน่งการเกิดภาพขึ้นได้ ดังตัวอย่าง

"เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบ ภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบ จะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง อยู่หลังกระจก ภาพมีลักษณะกลับด้านกัน"

"ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือน หัวตั้ง"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้เพียงบางส่วนแต่ไม่สามารถอธิบายตำแหน่งการเกิดภาพขึ้นได้ ดังตัวอย่าง

"เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบ ภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบ จะเป็นภาพลักษณะกลับด้านกัน จากซ้ายเป็นขวาและขวาเป็นซ้ายจากวัตถุจริง"

"ภาพจะกลับด้านกัน หรือภาพพลิกด้าน"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้เท่าบางส่วน หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"นำตัวอักษรไปส่องหน้ากระจกเงาระนาบภาพที่เกิดขึ้นจะกลับด้าน"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยนักเรียนไม่อธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง รวมทั้งไม่สามารถอธิบายถึงตำแหน่งการเกิดภาพขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น

"ภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงา จะเป็นภาพลักษณะภาพเหมือนของจริง"

"กระจกจะหลอกตาทำให้ภาพกลับทิศทาง"

"ภาพที่อักษร ง ที่เกิดขึ้นจะเหมือนเดิมทุกอย่าง จึงเรียกว่าภาพจริง"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้รวมทั้งอธิบายถึงตำแหน่งการเกิดภาพขึ้นได้ถูกต้องสมบูรณ์ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อธิบายถึงลักษณะสำคัญของการสะท้อนภาพกระจกเงาราบได้เพียงบางส่วน ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลไม่ถูกและไม่ให้เหตุผล นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะเลือกคำตอบผิดและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 5 เส้นทางเดินแสงของภาพใดเป็นการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ ที่ถูกต้องที่สุด

(รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ข เพราะ เมื่อรังสีของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงหรือจากวัตถุที่สะท้อน เมื่อตกกระทบด้านหน้ากระจกเงาราบแล้วสะท้อนเข้าสู่ตา ภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบ จะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง อยู่หลังกระจก มีระยะวัตถุเท่ากับระยะภาพ ขนาดของวัตถุเท่ากับขนาดของภาพ

ตารางที่ 13 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 5

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	2	5.26	2	0	0	0	0	0
PU	8	21.05	5	3	0	0	0	5
PS	20	52.63	11	4	5	0	0	15
AC	8	21.05	4	1	3	0	0	5
NU	1	2.63	0	1	0	0	0	1
รวม		คน	22	9	8	0	0	26
		ร้อยละ	57.89	23.68	21.05	0.00	0.00	68.42

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การสะท้อนของแสง จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 5 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 8 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) 20 คน คิดเป็นร้อยละ 52.63 โดยนักเรียนเลือกคำตอบ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 และความไม่เข้าใจ (NU) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.63 รวมจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 29 คน คิดเป็นร้อยละ 76.32

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 31 คน คิดเป็นร้อยละ 81.58 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะการเดินทางของแนวรังสีและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้รวมทั้งอธิบายถึงขนาดของภาพที่เกิดขึ้นได้ เช่น

"เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสงหรือจากวัตถุที่สะท้อนตกกระทบด้านหน้ากระจกเงาราบแล้วสะท้อนเข้าสู่ตา ภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบ จะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง อยู่หลังกระจก มีระยะวัตถุเท่ากับระยะภาพ และขนาดของวัตถุเท่ากับขนาดของภาพ"

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเท่ากับวัตถุเพราะภาพจะเกิดจากรังสีสะท้อนและรังสีตกกระทบตัดกันทำให้เกิดตำแหน่งของภาพ"

"รังสีสะท้อนตัดกับรังสีตกกระทบจะเกิดจุดโฟกัส"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้เพียงบางส่วน โดยนักเรียนไม่สามารถอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นให้ถูกต้องครบองค์ประกอบ รวมทั้งไม่อธิบายถึงขนาดของภาพที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน ดังตัวอย่าง

"เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบ ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดของวัตถุเท่ากับขนาดของภาพ"

"ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากปลายวัตถุที่ตั้งฉากกับกระจกไปตกกระทบแล้วเกิดรังสีสะท้อนเกิดเป็นภาพเสมือนขึ้น"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจนซึ่งแนวคำตอบส่วนใหญ่เป็นการทวนคำถาม ดังตัวอย่าง

"ภาพจากกระจกเงาราบที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด คือภาพจากข้อ ข"

"ภาพมีขนาดเท่ากับวัตถุเพราะมองในระดับเดียวกับวัตถุ"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องและการแสดงการอธิบายเหตุผลประกอบไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน ตัวอย่างเช่น

"ภาพที่เกิดขึ้นต้องกลับซ้ายเป็นขวาและขวาเป็นซ้าย"

"เส้นทางเดินแสงของภาพใดเป็นการเกิดภาพจากกระจกเงาราบที่ถูกต้องที่สุด คือภาพ ก หรือ ภาพ ค หรือภาพ ง"

ระดับ NU ความไม่เข้าใจ นักเรียนไม่ตอบคำถาม

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายถึงลักษณะการเดินทางของแนวรังสีและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้รวมทั้งอธิบายถึงขนาดของภาพที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากอธิบายถึงลักษณะของภาพได้แต่ไม่อธิบายลักษณะการเดินทางของรังสี ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เนื่องจากคำตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลไม่ถูกตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะตอบคำถามผิดและให้เหตุผลประกอบการตอบไม่สอดคล้องตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนที่ไม่มีความไม่เข้าใจ เนื่องจากนักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำถามข้อที่ 6 เด็กชายณรงค์มองเทียนไขสูง 4 เซนติเมตรวางห่างจากกระจกเงาราบที่ระยะ 4 เซนติเมตร ภาพที่เด็กชายณรงค์มองเห็น มีลักษณะอย่างไร (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ค วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบ จะทำให้มองเห็นภาพปรากฏอยู่ด้านหลังกระจก ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ระยะวัตถุเท่ากับระยะภาพ ขนาดของวัตถุเท่ากับขนาดภาพ

ตารางที่ 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 6

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	2	5.26	2	0	0	0	0	0
PU	13	34.21	7	5	1	0	0	7
PS	17	44.74	11	4	2	0	0	15
AC	6	15.79	3	2	1	0	0	5
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	23	11	4	0	0	27
		ร้อยละ	60.53	28.95	10.53	0.00	0.00	71.05

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง ภาพจากการสะท้อนแสงของวัตถุ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 6 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 13 คน คิดเป็นร้อยละ 34.21 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) 17 คน คิดเป็นร้อยละ 44.74 โดยนักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ให้เหตุผล ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 รวมจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 23 คน คิดเป็นร้อยละ 60.53

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 71.05 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติ

ทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 34 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้รวมทั้งอธิบายถึงขนาดของภาพที่เกิดขึ้นและตำแหน่งการเกิดภาพได้ ดังตัวอย่าง

"วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบ จะทำให้มองเห็นภาพปรากฏอยู่ด้านหลังกระจก ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือนหัวตั้งซึ่งเกิดจากการสะท้อนภาพของกระจก ระยะวัตถุเท่ากับระยะภาพ ขนาดของวัตถุเท่ากับขนาดภาพ"

"ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือนวัตถุซึ่งเป็นสมบัติการสะท้อนภาพของกระจกเงาราบ ระยะวัตถุ 4 ซ.ม. จะเท่ากับระยะภาพ 4 ซ.ม. ขนาดของวัตถุสูง 4 ซ.ม. เท่ากับขนาดภาพคือสูง 4 ซ.ม."

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้เพียงบางส่วนโดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้รวมทั้งไม่อธิบายถึงขนาดของภาพที่เกิดขึ้นให้ชัดเจน ดังตัวอย่าง

"เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบ ภาพที่เกิดขึ้นจะมีระยะวัตถุเท่ากับระยะภาพและขนาดของวัตถุเท่ากับขนาดของภาพ"

"เทียนไขจะมีระยะ 4 ซ.ม. เท่ากับระยะภาพที่เกิดบนกระจก 4 ซ.ม. และขนาดของเทียนไขจะสูงเท่ากัน"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นไม่ถูกต้อง และอธิบายถึงขนาดของภาพที่เกิดขึ้นและตำแหน่งการเกิดภาพไม่ได้ ดังตัวอย่าง

"เทียนไขที่เด็กชายณรงค์มองเห็นจะมีขนาดเท่ากับของจริง"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมดทั้งการเลือกคำตอบและเหตุผลประกอบ โดยอธิบายขนาดของภาพที่เกิดขึ้นไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น

"ภาพที่เด็กชายณรงค์มองเห็น มีลักษณะภาพสูง 2 ซ.ม. ห่างกระจก 2 ซ.ม."

"ภาพสูง 2 ซ.ม. ห่างกระจก 4 ซ.ม."

"ภาพสูง 4 ซ.ม. ห่างกระจก 2 ซ.ม."

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้รวมทั้งอธิบายถึงขนาดของภาพที่เกิดขึ้นและตำแหน่งการเกิดภาพตามนิยามการสะท้อนภาพของกระจกเงาราบได้ นักเรียนกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อธิบายถึงลักษณะของภาพ ระยะและขนาดเมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบได้แต่ยังไม่สามารถอธิบายตำแหน่งการเกิดภาพได้ กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน นักเรียนสามารถตอบคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลยังไม่สื่อความหมาย ได้อย่างชัดเจน และกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องและแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งลักษณะของภาพ ระยะและขนาดของวัตถุ

คำถามข้อที่ 7 ด้านหลังของกระจกเงาราบฉาบด้วยวัตถุชนิดใด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ก เพราะกระจกเงาราบที่ฉาบด้วยโลหะเงิน จะมีคุณสมบัติสะท้อนแสงได้ดีเพื่อใช้เป็นฉากรับภาพ

ตารางที่ 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 7

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	3	7.89	3	0	0	0	0	3
PS	13	34.21	6	4	3	0	0	10
AC	22	57.89	7	7	5	3	0	14
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	16	11	8	3	0	27
		ร้อยละ	42.11	28.95	21.05	7.89	0.00	71.05

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง ภาพจากการสะท้อนแสงของวัตถุ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 7 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 3 คน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 13 คน และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จำนวน 22 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 35 คน คิดเป็นร้อยละ 92.11

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 71.05 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 27 คน คิดเป็นร้อยละ 71.05 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายคุณสมบัติของวัสดุที่เลือกและหน้าที่ของกระจกเงาราบที่สามารถเกิดการสะท้อนแสงได้ ดังตัวอย่าง

"กระจกเงาราบที่ฉาบด้วยโลหะเงิน จะมีคุณสมบัติสะท้อนแสงได้ดีที่สุดเพื่อใช้เป็นฉากรับภาพ"

"โลหะสะท้อนแสงได้ดูได้จากการเห็นเงาตัวเอง"

"ใช้โลหะฉาบกระจก แต่ต้องเป็นโลหะที่มันวาวสะท้อนเงาได้"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงวัสดุที่เลือกได้แต่ไม่อธิบายให้ครอบคลุมถึงสมบัติของวัสดุที่เลือกชัดเจน ดังตัวอย่าง

"เพราะโลหะมีความแววววาว"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย โดยนักเรียนอธิบายถึงวัสดุที่เลือกได้แต่ไม่อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการสะท้อนแสงให้ชัดเจน ซึ่งไม่ใช่ทั้งหมดของวัสดุผิวเรียบจะสามารถสะท้อนแสงได้แต่ต้องรวมถึงความเงาของวัสดุเป็นองค์ประกอบ ดังตัวอย่าง

"ด้านหลังของกระจกเงาราบฉาบด้วยโลหะเงิน"

"วัสดุที่เรียบจะสามารถสะท้อนแสงได้"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนผิดและการอธิบายเหตุผลของนักเรียนไม่สอดคล้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

"ด้านหลังของกระจกเงาราบฉาบด้วยพลาสติก หรือสีน้ำมัน"

"สีอะคริลิก เพราะมีส่วนผสมของน้ำมันจะสามารถสะท้อนแสงได้"

"สีน้ำมัน มีความมัน จึงสะท้อนแสงได้นิยมนำมาทาหลังกระจก"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่ม ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ สามารถอธิบายคุณสมบัติของวัสดุที่เลือกและหน้าที่ของกระจกเงาราบได้ครบทุก

องค์ประกอบ กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อธิบายถึงลักษณะพิเศษของวัสดุที่เลือกได้แต่ไม่อธิบายถึงคุณสมบัติของวัสดุนั้น กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่ไม่อธิบายเหตุผล และกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยคำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องและแสดงเหตุผลประกอบไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

3.3 มโนมติที่ 3 เรื่อง ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน (ข้อสอบข้อที่ 8-12)
คำถามข้อที่ 8 ภาพที่เห็นจากกระจกนูน มีลักษณะอย่างไร (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ค กระจกนูนเป็นกระจกกระจายแสง เมื่อแสงตกกระทบกระจก แสงที่สะท้อนจะกระจายออกจากกระจก เมื่อต่อแนวสะท้อนมาเสมือนว่าตัดกัน จะตัดกันที่ด้านหลังกระจก ภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงจากกระจกนูน จึงเป็นภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ

ตารางที่ 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 8

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PS	2	5.26	2	0	0	0	0	2
AC	36	94.74	26	2	6	2	0	32
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	28	2	6	2	0	30
		ร้อยละ	73.68	5.26	15.79	5.26	0.00	78.95

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 8 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) และความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) แต่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 2 คน และ 36 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 38 คน คิดเป็นร้อยละ 100.0

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 30 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 8 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้ต้องอธิบายได้ถึงคุณสมบัติของกระจกนูน ลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น รวมทั้งอธิบายถึงขนาดของภาพ และตำแหน่งการเกิดภาพได้ ดังตัวอย่าง

"กระจกนูนมีคุณสมบัติในการกระจายแสง ถ้าต่อแนวรังสีตกกระทบและรังสีสะท้อนจะตัดกันที่ด้านหลังกระจก ภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงจากกระจกนูน จึงเป็นภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ"

"ภาพที่เกิดจากกระจกนูนเป็นมีขนาดเล็กกว่าวัตถุและมองเห็นภาพเป็นมุมกว้างกว่าปกติ"

"ภาพที่เกิดจากกระจกนูนเป็นภาพสะท้อนวัตถุมีขนาดเล็ก เพราะเห็นจากกระจกร้านเซเว่นอีเลเว่น"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนในกลุ่มนี้ต้องอธิบายได้ถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้เพียงบางส่วนแต่ยังไม่สามารถอธิบายคุณสมบัติสำคัญสำคัญของกระจกนูน ดังตัวอย่าง

"ภาพที่เกิดขึ้นจะตัดกันหลังกระจก ภาพจะมีขนาดเล็ก"

"ภาพที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กเท่านั้น"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยคำตอบของนักเรียนผิดและการอธิบายเหตุผลประกอบเป็นเพียงการทวนคำถาม ตัวอย่างเช่น

"ภาพที่เห็นจากกระจกนูน มีลักษณะภาพหัวตั้ง"

"ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

"ภาพหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ"

"ภาพหัวตั้ง ขนาดเท่ากับวัตถุ"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า นักเรียนในกลุ่มความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายคุณสมบัติของกระจกนูน ลักษณะของภาพ ขนาด ตำแหน่งการเกิดภาพได้ถูกต้องและสามารถยกตัวอย่างกระจกนูนที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันในการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบได้ถูกต้อง กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ตอบคำถามได้ถูกต้องแต่อธิบายเพียงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นเท่านั้น กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วนนั้น คำตอบของนักเรียนถูกต้องแต่ไม่อธิบายเหตุผล และกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องไม่อธิบายเหตุผลประกอบซึ่งพบในการทดสอบก่อนเรียนเท่านั้น

คำถามข้อที่ 9 ภาพที่เห็นจากกระจกเว้า มีลักษณะอย่างไร (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ก ภาพที่เกิดจากกระจกเว้ามีได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน ซึ่งภาพจริงจะมีลักษณะหัวกลับกับวัตถุ มีทั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ เท่ากับและใหญ่กว่าวัตถุ ส่วนภาพเสมือนมีลักษณะหัวตั้งเหมือนวัตถุและมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

ตารางที่ 17 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 9

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	14	36.84	10	4	0	0	0	10
PS	8	21.05	4	2	2	0	0	6
AC	15	42.11	7	5	1	2	0	12
NU	1	0.00	0	0	0	1	0	0
รวม		คน	21	11	3	3	0	28
		ร้อยละ	55.26	28.95	7.89	7.89	0.00	73.68

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 9 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 39.47 และความไม่เข้าใจ (NU)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.63 รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 24 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 73.68 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 32 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายลักษณะภาพที่เกิดจากกระจกเว้าขึ้นได้ครบทุกรูปแบบ ดังตัวอย่าง

"ภาพที่เกิดจากกระจกเว้ามีได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน ซึ่งภาพจริงจะมีลักษณะทั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ เท่ากับและใหญ่กว่าวัตถุ เพราะกระจกเว้าเป็นกระจกรวมแสง เมื่อแสงตกกระทบจะเกิดการรวมแสงตัดกันที่ด้านในกระจก ภาพที่เกิดจึงเป็นได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือนซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ"

"ภาพที่เกิดจากกระจกเว้ามีได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน ซึ่งภาพจริงจะมีลักษณะหัวกลับกับวัตถุ มีทั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ เท่ากับและใหญ่กว่าวัตถุ ส่วนภาพเสมือนมีลักษณะหัวตั้งเหมือนวัตถุและมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายลักษณะภาพที่เกิดจากกระจกเว้าได้เพียงการเกิดภาพรูปแบบเดียว แต่ไม่อธิบายการเกิดภาพจากกระจกเว้าที่สามารถเกิดได้หลายรูปแบบ ดังตัวอย่าง

"ภาพที่เกิดจากกระจกเว้ามีได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน ซึ่งมีทั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ เท่ากับและใหญ่กว่าวัตถุ"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมดซึ่งคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นการทวนคำถามและทวนคำตอบโดยไม่ได้อธิบายเพิ่มเติมให้เกิดความชัดเจน ดังตัวอย่าง

"ภาพที่เห็นจากกระจกเว้ามีลักษณะเป็นภาพหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

"ภาพจะมีลักษณะเป็นภาพหัวตั้ง ขนาดเท่ากับวัตถุ"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนผิดและไม่อธิบายเหตุผลประกอบให้ชัดเจนหรือการอธิบายเหตุผลประกอบไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น

"ภาพที่เห็นจากกระจกเว้า มีลักษณะภาพหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ"

"ภาพหัวตั้ง ขนาดเท่ากับวัตถุ"

"ภาพที่เห็นจะ มีลักษณะเป็นภาพหัวตั้ง ขนาดเท่ากับวัตถุ"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า กลุ่มความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายลักษณะภาพที่เกิดจากกระจกเว้าขึ้นได้ครบทุกรูปแบบ ส่วนกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนอธิบายลักษณะภาพที่เกิดจากกระจกเว้าได้บางรูปแบบเท่านั้นซึ่งถือว่ายังไม่ครบทุกองค์ประกอบ กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบของนักเรียนถูกต้อง ถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง อธิบายเหตุผลประกอบไม่ถูกต้องและบางส่วนไม่อธิบายเหตุผล

คำถามข้อที่ 10 เมื่อมีลำแสงขนานแกนมุขสำคัญ ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้า แสงจะสะท้อนในแนวใด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ค ลำแสงตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งโดยลำแสงนั้นขนานกับแกนมุขสำคัญ ลำแสงที่สะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งที่เป็นด้านเว้าจะเป็นลำแสงที่ลู่เข้าหากันไปตัดกันที่จุดๆ หนึ่งหน้าแผ่นสะท้อน

ตารางที่ 18 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 10

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	4	10.53	4	0	0	0	0	4
PS	9	23.68	5	2	2	0	0	7
AC	20	65.79	14	2	4	5	1	14
NU	5	0.00	0	1	2	2	1	1
รวม		คน	23	4	8	2	2	26
		ร้อยละ	55.26	13.16	21.05	5.26	5.26	68.42

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 10 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) และความไม่เข้าใจ (NU) จำนวน 4 คน 9 คน 20 คน และ 5 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 34 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายจุดที่แผ่นสะท้อนแสงรับแสง และอธิบายตำแหน่งการตัดกันของจุดโฟกัสซึ่งเป็นจุดสำคัญที่ทำให้เกิดภาพได้ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

"ลำแสงตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งโดยลำแสงนั้นขนานกับแกนมุขสำคัญ ลำแสงที่สะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งที่เป็นด้านเว้าจะเป็นลำแสงที่ลู่เข้าหากันไปตัดกันที่จุดๆ หนึ่งหน้าแผ่นสะท้อน"

"วัตถุที่มีผิวโค้งเมื่อลำแสงกระทบด้านเว้า ลำแสงหลายๆ ลำแสงจะพุ่งไปตัดกันหน้าแผ่นสะท้อน"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงส่วนที่แผ่นสะท้อนแสงรับแสง และอธิบายตำแหน่งการตัดกันของจุดโฟกัสได้แต่ไม่ครอบคลุมถึงลักษณะการเดินทางของลำแสงเมื่อถึงแผ่นสะท้อนแสง ดังตัวอย่าง

"ถ้ามีลำแสงตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งด้านเว้า ลำแสงจะไปตัดกันที่จุดๆ บนแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้ง"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยนักเรียนอธิบายเพียงลักษณะการเดินทางของลำแสง แต่ไม่ครอบคลุมเมื่อสงเดินทางเมื่อถึงจุดโฟกัส ดังตัวอย่าง

"เมื่อลำแสงขนานแกนมุขสำคัญ แสงจะลู่เข้าไปตัดที่จุดๆ หนึ่งหน้ากระจก"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยคำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องและการอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ไม่สอดคล้องตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ทวนคำถามและคำตอบเท่านั้น ตัวอย่างเช่น

"เมื่อมีลำแสงขนานแกนมุขสำคัญ ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้า แสงจะสะท้อนในแนวกระจายเข้าไปตัดที่จุดๆ หนึ่งหน้ากระจก"

"แสงจะกระจายเข้าไปตัดที่จุดๆ หนึ่งหลังกระจก"

"แสงจะลู่เข้าไปตัดที่จุดๆ หนึ่งหลังกระจก"

ระดับ NU ความไม่เข้าใจ คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม

"ลำแสงไม่สามารถขนานที่แกนมุขสำคัญได้ เพราะลำแสงต้องตัดกันที่จุดโฟกัสเท่านั้น"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า กลุ่มความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายส่วนที่แผ่นสะท้อนแสงรับแสงได้และอธิบายตำแหน่งการตัดกันของจุดโฟกัสซึ่งเป็นจุดสำคัญที่ทำให้เกิดภาพได้ถูกต้อง กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อธิบายถึงส่วนที่แผ่นสะท้อนแสงรับแสงได้แต่อธิบายตำแหน่งการตัดกันของจุดโฟกัสได้เพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลแสดงความเข้าใจมโนมติที่ยังมีคลาดเคลื่อนทั้งหมด กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ตอบคำถามไม่ถูกต้องและให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับคำถาม และกลุ่มความไม่เข้าใจ พบว่าคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำถามข้อที่ 11 ถ้านักเรียนต่อรังสีจากกระจกผิวโค้งนูนไปด้านหลัง นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ง แนวรังสีที่ต่อออกไปจะทำให้ความยาวโฟกัสของลำแสงยาวมากขึ้นผ่านผิวกระจกทำให้ลำแสงลู่เข้าไปตัดที่จุดๆ หนึ่งหลังกระจก

ตารางที่ 19 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 11

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	6	15.79	4	1	1	0	0	4

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
PS	13	34.21	8	3	2	0	0	11
AC	19	50.00	5	4	6	4	0	9
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	17	8	9	4	0	24
		ร้อยละ	44.76	21.05	23.68	10.53	0.00	63.15

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 11 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 4 คน 9 คน และ 25 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 32 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 25 คน คิดเป็นร้อยละ 65.79 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายลำดับขั้นการต่อแนวรังสีและตำแหน่งการเกิดภาพและทิศทางของรังสีได้ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

"แนวรังสีที่ต่อออกไปจะทำให้ความยาวโฟกัสของลำแสงยาวมากขึ้นผ่านผิวกระจกทำให้ลำแสงลู่เข้าไปตัดที่จุดๆ หนึ่งหลังกระจก"

"เพราะกระจกนูนเป็นกระจกกระจายแสง เมื่อแสงสะท้อนออกจากกระจกจะสะท้อนกระจายออก เมื่อต่อแนวสะท้อนมาตัดกัน จะมาตัดกันที่หลังกระจก ภาพที่เกิดจากกระจกนูนจึงเป็นภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายเพียงตำแหน่งการตัดกันของลำแสงเมื่อรังสีกระทบผิวกระจกผิวโค้งนูนเพียงเท่านั้นแต่ไม่สามารถอธิบายความยาวโฟกัสที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องได้เพียงบางส่วน ดังตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ถ้าต่อรังสีจากกระจกผิวโค้งนูนไปด้านหลัง จะทำให้แสงมีความยาวมากขึ้น การเกิดภาพจะเลยผ่านไปเกิดหลังกระจก"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนสามารถบอกทิศทางการเกิดขึ้นของรังสีเมื่อต่อออกไปจนเกิดลำแสงตัดกันที่ผิวกระจกได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเหตุใดจึงเกิดเช่นนั้น แสดงดังตัวอย่าง

"รังสีที่ต่อออกไปจะทำให้จุดโฟกัสของลำแสงอยู่ใกล้ผิวกระจกมากขึ้น ลำแสงจึงกระจายออกไปตัดกันที่ผิวกระจก"

"ถ้าต่อรังสีจากกระจกไปด้านหลัง จะทำให้แสงมีความยาวมากขึ้นการเกิดภาพจะอยู่ใกล้กระจก และภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพจริง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ"

"รังสีจากกระจกจะทำให้เกิดการย้อนแสงภาพที่ได้จะเป็นภาพจริง เล็กกว่าวัตถุ"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลประกอบคำตอบไม่ถูกต้องและบางส่วนอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

"กระจกนูนจะรวมแสง เมื่อต่อแนวสะท้อนมาตัดกัน จะรวมแสงมาตัดกันที่ด้านหลัง"

"เมื่อต่อรังสีจากกระจกผิวโค้งนูนไปด้านหลัง แสงจะกระจายออกไม่ตัดกัน หรือ แสงจะกระจายเข้าไปรวมจุดกัน หรือ แสงจะวู่เข้าไปตัดที่จุดๆ หนึ่งหน้ากระจก"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า กลุ่มความเข้าใจโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายลำดับขั้นของแนวรังสีที่ต่อออกไปจนทำให้ลำแสงตัดกันหลังกระจกได้ถูกต้อง กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อธิบายเพียงตำแหน่งการตัดกันของลำแสง นักเรียนกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่อธิบายเหตุผล และกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ตอบคำถามไม่ถูกต้องและให้เหตุผลไม่ถูกต้องรวมถึงนักเรียนบางส่วนอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 12 กระจกที่ติดด้านข้างรถยนต์เพื่อใช้ดูรถด้านหลังเวลาขับรถ เป็นกระจกแบบใด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ค เพราะกระจกเงาโค้ง ซึ่งสามารถสะท้อนแสงได้มากกว่า 90 องศา ทำให้มองเห็นภาพด้านหลังได้ชัดเจนและเป็นบริเวณกว้าง สะดวกและปลอดภัยเมื่อต้องส่องกระจกดูด้านหลังเวลาขับรถ

ตารางที่ 20 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 12

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	8	21.05	8	0	0	0	0	0
PU	14	36.84	14	0	0	0	0	14
PS	14	36.84	10	2	2	0	0	12
AC	2	5.26	2	0	0	0	0	2
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	34	2	3	0	0	28
		ร้อยละ	89.47	5.26	5.26	0.00	0.00	73.68

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 12 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 14 คน และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 16 คน คิดเป็นร้อยละ 42.11

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 73.68 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 36 คน คิดเป็นร้อยละ 94.74 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติของกระจกเงาโค้งได้และนักเรียนบางส่วนสามารถยกตัวอย่างกระจกเงาโค้งที่สามารถเห็นในชีวิตประจำวันได้ ดังตัวอย่าง

"กระจกเงาโค้ง ซึ่งสามารถสะท้อนแสงได้มากกว่า 90 องศา ทำให้มองเห็นภาพด้านหลังได้ชัดเจนและเป็นบริเวณกว้าง"

"กระจกเงาโค้ง สะท้อนแสงได้ภาพมุมกว้าง เช่น กระจกในร้านเซเว่นอีเลเว่น"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติและลักษณะภาที่เกิดขึ้นของกระจกเงาโค้งได้เพียงบางส่วน ดังตัวอย่าง

"กระจกที่ติดด้านข้างรถยนต์ต้องสามารถมองภาพมุมกว้างได้"

"ความโค้งของผิวกระจกทำให้มองภาพกว้างขึ้น"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

"กระจกที่ติดด้านข้างรถยนต์เป็นกระจกเงาโค้งแบบโค้ง เพราะผมสังเกตเห็นมีลักษณะนูนออกมา"

"กระจกที่ติดด้านข้างรถยนต์เป็นกระจกเงานูน เพราะถ้าหากเป็นกระจกเว้าจะทำให้มองเห็นภาพที่สะท้อนมีขนาดใหญ่เกินไป"

"กระจกที่ติดด้านข้างรถยนต์เป็นกระจกเงานูน เพราะจุดโฟกัสของกระจกนูนอยู่ระยะใกล้จะมองเห็นภาพที่อยู่ไกลได้ดี"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดย คำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องและการแสดงเหตุผลประกอบการอธิบายไม่ถูกต้องและสัมพันธ์กัน ตัวอย่างเช่น

"กระจกที่ติดด้านข้างรถยนต์เพื่อใช้ดูรถด้านหลังเวลาขับรถ เป็นกระจกเว้าเพราะจะได้มองเห็นภาพระยะไกลได้ชัดเจน"

"กระจกที่ติดด้านข้างรถยนต์เป็นกระจกเงา เพราะกระจกเงามีสมบัติในการสะท้อนแสง"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายถึงคุณสมบัติของกระจกเงาโค้งที่ทำให้เกิดภาพมุมกว้างได้และสามารถยกตัวอย่างที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง นักเรียนกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ และกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องและแสดงความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง

มโนมติที่ 4 เรื่อง การหักเหของแสง (ข้อสอบข้อที่ 13-15)

คำถามข้อที่ 13 มุมหักเหจะมีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่ามุมตกกระทบ นักเรียนคิดว่าขึ้นอยู่สิ่งใดมากที่สุด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ง เพราะแสงเมื่อผ่านตัวกลางชนิดเดียวกันแต่มีความหนาแน่นของตัวกลางแตกต่างกัน จะเกิดการหักเหของแสง โดยมุมตกกระทบและมุมหักเหจะมีค่าไม่เท่ากัน เมื่อค่าของมุมตกกระทบจากตัวกลางที่แตกต่างกันขนาดของมุมหักเหก็จะเปลี่ยนไปด้วย

ตารางที่ 21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 13

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	7	18.42	7	0	0	0	0	0
PU	15	39.47	14	1	0	0	0	14
PS	14	36.84	10	2	2	0	0	12
AC	2	5.26	2	0	0	0	0	2
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	33	3	2	0	0	28
		ร้อยละ	86.84	7.89	5.26	0.00	0.00	73.68

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของแสง จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 13 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 7 คน 15 คน 14 คน และ 2 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 16 คน คิดเป็นร้อยละ 42.11

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 73.68 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 36 คน คิดเป็นร้อยละ 94.73 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติของแสงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันและผลที่เกิดจากการเดินทางผ่านตัวกลางของแสงได้อย่างละเอียด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"แสงเมื่อผ่านตัวกลางที่มีชนิดเดียวกัน แต่ความหนาแน่นของตัวกลางแตกต่างกัน จะเกิดการหักเหของแสง โดยมุมตกกระทบและมุมหักเหจะมีค่าไม่เท่ากัน เมื่อค่าของมุมตกกระทบจากตัวกลางที่แตกต่างกันขนาดของมุมหักเหก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงความแตกต่างของตัวกลาง ผลที่เกิดจากการเดินทางผ่านตัวกลางของแสงได้เพียงบางส่วน ดังตัวอย่าง

"มุมหักเหจะมีขนาดที่แตกต่างกันจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นตัวกลางที่ต่างชนิดกัน จะทำให้มุมตกกระทบและมุมหักเหจะมีค่าไม่เท่ากัน"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สัมพันธ์กับปัจจัยที่ทำให้เกิดมุมที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น

"ตัวกลางชนิดเดียวกันแต่ความหนาแน่นต่างชนิดกัน จะทำให้มุมตกกระทบและมุมหักเหจะมีค่าไม่เท่ากัน ถ้ามุมตกกระทบกว้างมุมหักเหจะแคบและแปรผกผันกัน"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องและการอธิบายเหตุผลประกอบไม่ถูกต้องและคลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

"มุมหักเหจะมีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่ามุมตกกระทบ ขึ้นอยู่กับสถานะของตัวกลาง หรือตำแหน่งของตัวกลาง หรือดัชนีหักเหของตัวกลาง"

"มุมหักเหจะมีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่ามุมตกกระทบ เกิดจากทั้ง 4 ปัจจัย แต่ขึ้นอยู่กับว่าปัจจัยใดจะมีแนวโน้ม หรือเปอร์เซ็นต์มากกว่ากัน เช่น ความหนาแน่นของตัวกลางมาก ขนาดมุมก็จะแตกต่างกันมาก หรือดัชนีการหักเหของตัวกลางมีค่ามาก ขนาดของมุมก็จะมีขนาดใหญ่มาก เป็นต้น"

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายถึงคุณสมบัติของแสงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันและผลที่เกิดจากการเดินทางผ่านตัวกลางของแสงได้ถูกต้อง นักเรียนกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง กลุ่มความเข้าใจที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนบางส่วน นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง และกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนไม่สัมพันธ์กับปัจจัยที่ทำให้แสงเกิดมุมที่แตกต่างกัน ไม่ถูกต้องและคำตอบแสดงความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง

คำถามข้อที่ 14 จากภาพ แสงเคลื่อนที่จากตัวกลาง B ไปสู่ตัวกลาง A ทำให้แสงเกิดการหักเหดังภาพ นักเรียนคิดว่าเกิดจากสาเหตุใด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ก เพราะเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าหรือโปร่งแสงกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าหรือทึบแสงมากกว่า จะเกิดมุมที่มีการหักเหเข้าหาเส้นปกติ เช่น แสงเดินทางจาก B ไป A แสงจะหักเหเข้าหาเส้นปกติหรือเส้นประ ดังแสดงในภาพ

ตารางที่ 22 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 14

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	5	13.16	5	0	0	0	0	0
PU	10	26.32	7	3	0	0	0	7
PS	18	47.37	8	4	8	0	0	12
AC	3	7.89	2	1	0	0	0	3
NU	2	5.26	1	1	0	0	0	2
รวม		คน	23	9	8	0	0	24
		ร้อยละ	60.53	23.68	21.05	0.00	0.00	63.16

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของแสง จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 14 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 13.16 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 47.37 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.89 และและความไม่เข้าใจ (NU) คิดเป็นร้อยละ 5.26 รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 23 คน คิดเป็นร้อยละ 60.53

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 32 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติของแสงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันและผลที่เกิดจากการเดินทางผ่านตัวกลางของแสงได้

"แสงมีสมบัติในการเดินทางเป็นเส้นตรงเมื่อเดินทางจากตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า จะเกิดมุมที่มีการหักเหเข้าหาเส้นปกติ เช่น แสงเดินทางจาก B ไป A แสงจะหักเหเข้าหาเส้นปกติหรือเส้นประ"

"วัตถุที่โปร่งแสงมากกว่าแสงจะเกิดการเบี่ยงเบนน้อยเมื่อแสงเดินทางผ่านวัตถุ B และเมื่อผ่านวัตถุด้าน A จะมีการหักเหเข้าหาจุดประ แสดงว่าวัตถุมีปัจจัยบางอย่างที่แตกต่างกันทำให้แสงเกิดการหักเห"

"ตัวกลางต่างกันเป็นปัจจัยทำให้แสงเบี่ยงเบนในมุมที่แตกต่างกัน"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายเพียงความแตกต่างของตัวกลางที่ทำให้เกิดการหักเห ดังตัวอย่าง

"แสงหักเหเข้าหาเส้นปกติหรือเส้นประ ดังแสดงในภาพ"

"ตัวกลาง A และ B ทำจากวัสดุคนละชนิด"

"ลำแสงเกิดการหักเหเพราะตัวกลาง B หนาแน่นน้อยกว่าตัวกลาง A เช่น แสงผ่านแก้วน้ำได้ดีกว่าผ่านพลาสติก"

"ตัวกลาง B มีความหนาแน่นน้อยกว่าตัวกลาง A"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่ถูกต้องและยังไม่สอดคล้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

"ตัวกลางด้าน B เป็นวัตถุที่มีความหนาน้อยกว่าด้านวัตถุ A"

"แสงเอียงมากเอียงน้อยขึ้นอยู่กับตัวกลาง B"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมดโดยนักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องและไม่อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก ตัวอย่างเช่น

"แสงเกิดการหักเหเกิดจากตัวกลาง B มีความหนาแน่นมากกว่าตัวกลาง A"

"ตัวกลาง B และ A มีความหนาแน่นเท่ากัน"

"ตัวกลาง B และ A มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าตัวกลางใดมีความหนาแน่นมากกว่ากัน"

ระดับ NU ความไม่เข้าใจ คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม

"ลำแสงเดินทางไม่เป็นเส้นตรง เพราะเกิดการหักเห"

"มีแสงอื่นเข้ามาแทรกแสงจึงเบี่ยงเบน"

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า กลุ่มความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายถึงคุณสมบัติของแสงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันและผลที่เกิดจากการเดินทางผ่านตัวกลางของแสงได้ กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อธิบายถึงความแตกต่างของตัวกลาง นักเรียนกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลแสดงความเข้าใจมโนมติที่ยังมีคลาดเคลื่อน กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ตอบคำถามไม่ถูกต้องและเหตุผลแสดงความไม่เข้าใจ และกลุ่มความไม่เข้าใจพบว่าคำตอบและเหตุผลของนักเรียนไม่ถูกต้อง

คำถามข้อที่ 15 จากภาพ นักเรียนคิดว่ารังสีใดเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากัน (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ค เพราะ แสงเมื่อรังสีหักเหผ่านตัวกลางชนิดเดียวกัน รังสีจะเบนออกจากเส้นปกติ ซึ่งเดินทางด้วยความเร็วเท่ากัน ขนาดของมุมตกกระทบ AB และมุมสะท้อนเมื่อเดินทางผ่านตัวกลาง CD จึงเท่ากัน

ตารางที่ 23 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 15

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	3	7.89	3	0	0	0	0	0
PU	12	31.58	8	4	0	0	0	8
PS	20	52.63	10	3	7	0	0	13
AC	3	7.89	1	2	0	0	0	3
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	22	9	7	0	0	24
		ร้อยละ	57.89	23.68	18.42	0.00	0.00	63.16

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของแสง จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 15 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

บางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 3 คน 12 คน 20 คน และ 3 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 23 คน คิดเป็นร้อยละ 60.53

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 31 คน คิดเป็นร้อยละ 81.57 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงทิศทางการเดินทางของแสงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางและผลที่เกิดจากการเดินทางผ่านตัวกลางของแสงได้ ดังตัวอย่าง

"แสงเมื่อหักเหผ่านตัวกลางชนิดเดียวกัน รังสีจะเบนออกจากเส้นปกติ ซึ่งเดินทางด้วยความเร็วเท่ากัน ขนาดของมุมตกกระทบ AB และมุมสะท้อนเมื่อเดินทางผ่านตัวกลาง CD จึงเท่ากัน"

"ดูจากขนาดของมุมตกกระทบและมุมสะท้อนที่มีขนาดเท่ากัน"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงผลที่เกิดจากการเดินทางผ่านตัวกลางของแสงได้เพียงบางส่วน ดังตัวอย่าง

"แสงเมื่อผ่านตัวกลางเดียวกัน จะมีความเร็วเท่ากัน"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"รังสีที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากัน คือ รังสี AB กับ CD"

"เมื่อดูจากทิศทางของลูกศรพบว่ารังสี AB กับ CD เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากัน"

"เส้น AB กับ CD มีการทำแนวเฉียงของเส้นเอียงเท่ากัน"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบและการแสดงเหตุผลประกอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"มีเพียงเส้นเดียวที่พุ่งออกจากวัตถุ คือ AB กับ CD"

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า กลุ่มความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายถึงคุณสมบัติของแสงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันและผลที่เกิดจากการเดินทางผ่านตัวกลางของแสงได้ กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อธิบายถึงความแตกต่างของตัวกลาง นักเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลแสดงความเข้าใจมโนมติที่ยังมีคลาดเคลื่อน และกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน พบว่านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องและเหตุผลแสดงความไม่เข้าใจ

มโนมติที่ 5 เรื่อง การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน (ข้อสอบข้อที่ 16-20)
คำถามข้อที่ 16 เมื่อวัตถุอยู่ระหว่างจุดโฟกัสกับเลนส์นูน ภาพจะมีลักษณะอย่างไร

คำตอบของคำถาม คือ ง เพราะ เมื่อวางวัตถุอยู่ระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้งของเลนส์นูนกับจุดโฟกัส จากนั้นเขียนรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุไปตกกระทบเลนส์ โดยให้รังสีตกกระทบขนานกับแกนมุขสำคัญของเลนส์ จะเกิดรังสะท้อนผ่านจุดโฟกัสไปตกกระทบที่จุดกึ่งกลางของเลนส์ ตำแหน่งของรังสีทั้งสองตัดกันจะเกิดภาพจริง หัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

ตารางที่ 24 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 16

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	3	7.89	3	0	0	0	0	3
PS	12	31.58	4	3	5	0	0	7
AC	23	60.53	10	2	4	7	0	12
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	17	5	9	7	0	19
		ร้อยละ	44.74	13.16	23.68	18.42	0.00	50.00

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 16 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 3 คน 12 คน และ 23 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 35 คน

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(CU+PU) จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 22 คน คิดเป็นร้อยละ 57.90 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงทิศทางของรังสีเมื่อกระทบเลนส์ผ่านจุดสำคัญต่างๆ รวมถึงตำแหน่งของภาพและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้สมบูรณ์ ดังตัวอย่าง

"เมื่อวางวัตถุอยู่ระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้งของเลนส์นูนกับจุดโฟกัส จากนั้นเขียนรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุไปตกกระทบเลนส์ โดยให้รังสีตกกระทบขนานกับแกนมุขสำคัญของเลนส์ จะเกิดรังสะท้อนผ่านจุดโฟกัสไปตกกระทบที่จุดกึ่งกลางของเลนส์ ตำแหน่งของรังสีทั้งสองตัดกันจะเกิดภาพจริง หัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

"รังสีตกกระทบที่เกิดขึ้นเกิดจากปลายวัตถุไปตกกระทบเลนส์ เมื่อรังสีตกกระทบขนานกับแกนมุขสำคัญ ตำแหน่งของรังสีทั้งสองตัดกันจะเกิดภาพ ภาพจริง หัวกลับ"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้แต่ยังไม่สามารถอธิบายถึงตำแหน่งที่เกิดภาพได้อย่างชัดเจน ดังตัวอย่าง

"ภาพที่สามารถเกิดกับเลนส์นูนได้ ต้องมีรังสีไปตกกระทบกับเลนส์ ทำให้เกิดภาพจริง หัวกลับ เกิดได้ทั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ขนาดเท่ากับวัตถุ และเล็กกว่าวัตถุก็ได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ"

"เกิดภาพจริง หัวกลับ เกิดได้ทั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ขนาดเท่ากับวัตถุ และเล็กกว่าวัตถุซึ่งเกิดได้เฉพาะเลนส์นูนเท่านั้น"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย เช่น ตอบเพียงเหตุผลที่สามารถเกิดภาพลักษณะใดลักษณะหนึ่งเท่านั้น ดังตัวอย่าง

"เมื่อวัตถุอยู่ระหว่างจุดโฟกัสกับเลนส์นูน ภาพจะมีลักษณะเป็นภาพจริง หัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

"เกิดภาพจะมีลักษณะเป็นภาพจริง หัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

"เกิดได้ภาพจริง หัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุและภาพเสมือน หัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนผิดและการแสดงเหตุผลความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

" ภาพจะมีลักษณะภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

"เป็นภาพภาพจริง หัวกลับ ขนาดเท่ากับวัตถุ"

"เป็นภาพจริง หัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงทิศทางของรังสีเมื่อกระทบเลนส์ผ่านจุดสำคัญต่างๆ รวมถึงตำแหน่งของภาพและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้แต่ยังไม่สามารถอธิบายถึงตำแหน่งที่เกิดภาพได้อย่างชัดเจน ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลไม่ถูกโดยตอบเพียงเหตุผลที่สามารถเกิดภาพลักษณะใดลักษณะหนึ่งเท่านั้น นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากเลือกคำตอบผิดและอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง

คำถามข้อที่ 17 วางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูน แล้วนำฉากมารับภาพหลังเลนส์ เลื่อนฉากจนได้ภาพชัดเจน ปรากฏเป็นภาพจริง หัวกลับขนาดใหญ่ แสดงว่าระยะวัตถุเป็นอย่างไร

คำตอบของคำถาม คือ ก เพราะ เมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูน จำทำให้เกิดภาพจริง หัวกลับ ภาพจะมีขนาดใหญ่หรือเล็กนั้นจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งโฟกัส ซึ่งจะต้องมีความยาวที่มากกว่าความยาวโฟกัส จึงจะเกิดรังสีสะท้อนไปตัดกับจุดโฟกัสทำให้เกิดเป็นภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตารางที่ 25 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 17

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PS	10	26.32	5	2	3	0	0	7
AC	28	13.68	16	3	4	5	0	19
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	21	5	7	5	0	26
		ร้อยละ	55.26	13.16	18.42	13.16	0.00	68.42

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 17 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) และความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) แต่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 10 คน และ 28 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 38 คน

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 26 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุหลังเลนส์นูนได้ ดังตัวอย่าง

"เมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูน จึงทำให้เกิดภาพจริง หัวกลับ ภาพจะมีขนาดใหญ่หรือเล็กนั้นจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งโฟกัส ซึ่งจะต้องมีความยาวที่มากกว่าความยาวโฟกัส จึงจะเกิดรังสีสะท้อนไปตัดกับจุดโฟกัสทำให้เกิดเป็นภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

"ภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุจากเลนส์นูน เกิดจากระยะวัตถุที่ตั้งอยู่จะต้องมีความยาวมากกว่าจุดรับภาพ"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้แต่ยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่ทำให้เกิดภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุให้ชัดเจน ดังตัวอย่าง

"วางวัตถุระหว่างจุด ยาว 2 เท่าของความยาวโฟกัสกับจุดโฟกัสระยะวัตถุที่เกิดขึ้นจะอยู่ระหว่างจุดโฟกัสแต่ไม่ถึง 2 เท่าของความยาวโฟกัส ลักษณะภาพที่เกิดขึ้นจึงเป็นภาพจริงเกิดหลังเลนส์ หัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

"วัตถุ ยาว 2 เท่าแต่ไม่ถึงความยาวจุดที่สายตาสามารถรับภาพได้ ภาพที่ได้จึงเป็นภาพจริงเกิดหลังเลนส์ หัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่ไม่อธิบายเหตุผล

"นักเรียนให้เหตุผลว่า ไม่รู้ ไม่ทราบ ผมไม่สามารถอธิบายได้"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนโดยนักเรียนตอบคำถามผิดและไม่อธิบายเหตุผล

"นักเรียนให้เหตุผลว่า ไม่รู้ ไม่ทราบ"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุหลังเลนส์นูนได้ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนอธิบายเพียงลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น แต่ยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่ทำให้เกิดภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุให้ชัดเจน ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่ไม่ให้เหตุผล นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะเลือกคำตอบผิดและอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง

คำถามข้อที่ 18 วัสดุชนิดใดต่อไปนี้ ไม่สามารถใช้ทำเลนส์ เพราะเหตุใด

คำตอบของคำถาม คือ ข เพราะ เลนส์คือวัตถุโปร่งใสยอมให้แสงผ่านได้ดี มีความโค้งที่ผิวหน้าเลนส์ ผลิตจากวัตถุที่มีการเรียงตัวของโมเลกุลอย่างเป็นระเบียบ แต่กระเบื้องเป็นวัสดุทึบแสงจึงไม่สามารถนำมาผลิตเป็นเลนส์ได้

ตารางที่ 26 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 18

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	15	39.47	15	0	0	0	0	0
PU	10	26.36	8	2	0	0	0	8
PS	5	13.16	5	0	0	0	0	5
AC	8	21.05	3	3	2	0	0	6
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	31	5	2	0	0	19
		ร้อยละ	81.58	13.16	5.26	0.00	0.00	50.00

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 18 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 15 คน 10 คน 5 คน และ 8 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 13 คน คิดเป็นร้อยละ 34.21

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 36 คน คิดเป็นร้อยละ 94.74 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติของวัสดุที่เลือกมาทำเป็นเลนส์ได้โดยอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่าง

"เลนส์คือวัตถุโปร่งใสยอมให้แสงผ่านได้ดี มีความโค้งที่ผิวหน้าเลนส์ ผลิตจากวัตถุที่มีการเรียงตัวของโมเลกุลอย่างเป็นระเบียบ แต่กระเบื้องเป็นวัสดุทึบแสงจึงไม่สามารถนำมาผลิตเป็นเลนส์ได้"

"เลนส์คือวัตถุโปร่งใสยอมให้แสงผ่านได้ดี ผิวเรียบไม่ขรุขระ ซึ่งพลาสติกสามารถนำมาเป็นเลนส์ได้แต่ต้องเป็นพลาสติกที่มีความหนาและมีพื้นผิวที่เว้าหรือนูนตามการรับภาพ พบมากในตลาดนัดที่เป็นแว่นตาพลาสติกแต่ไม่มีคุณภาพ ส่วนน้ำนำมาทำเป็นเลนส์ได้ เช่น การเอาน้ำไปทำให้เป็นน้ำแข็งจากนั้นก็เอามาเจียรให้มีมุมโค้งแบบเลนส์แว่นตา เมื่อมองผ่านแสงจะทำให้เห็นภาพที่มีขนาดเปลี่ยนไปใหญ่บ้าง เล็กบ้างขึ้นอยู่กับจะทำให้เป็นพื้นผิวแบบเว้าหรือนูน แต่กระเบื้องเป็นวัสดุทึบแสงจึงไม่สามารถนำมาผลิตเป็นเลนส์ได้"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติของวัสดุที่เลือกมาทำเป็นเลนส์ได้ ดังตัวอย่าง

"กระเบื้องแสงผ่านไม่ได้ จึงนำมาทำเป็นเลนส์ไม่ได้"

"กระเบื้องเป็นวัสดุที่ทึบแสง นำมาทำเป็นเลนส์ไม่ได้"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย ดังตัวอย่าง

"สายตาของมนุษย์ไม่สามารถมองผ่านกระเบื้องได้"

"ถ้าจะมองผ่านกระเบื้องได้ต้องใช้สายตาแบบเลเซอร์เท่านั้น"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"วัสดุที่ไม่สามารถใช้ทำเลนส์ได้คือพลาสติก กระจกหรือน้ำ "

"เราไม่สามารถเอาน้ำมาปั้นเป็นวัสดุได้ เพราะน้ำเป็นสารประกอบ "

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติของวัสดุที่เลือกมาทำเป็นเลนส์ได้โดยอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์และสามารถยกตัวอย่างเลนส์ที่สามารถผลิตขึ้นและพบเห็นในชีวิตประจำวันได้ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนอธิบายคุณสมบัติของการโปร่งแสงหรือทึบแสงมาอธิบายเลือกวัสดุ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่ไม่ให้เหตุผล นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะเลือกคำตอบผิดเหตุผลแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

คำถามข้อที่ 19 ภาพที่เกิดจากหน้าเลนส์เว้า มีลักษณะอย่างไร (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ก เพราะ เลนส์เว้าทำหน้าที่เป็นเลนส์กระจายแสง เมื่อแสงตกกระทบที่เลนส์เว้า แสงจะผ่านทะลุเลนส์หรือลำแสงจะกระจายออก ดังนั้นลำแสงจะไม่ตัดกัน เมื่อลากลำแสงมาตัดด้านหน้าเลนส์ เปรียบเสมือนว่าเป็นจุดโฟกัสซึ่งทำให้เกิดภาพ ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ

ตารางที่ 27 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 19

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PS	7	18.42	5	2	0	0	0	7
AC	31	81.58	9	12	6	4	0	21
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	14	14	6	4	0	28
		ร้อยละ	36.84	36.84	15.79	10.53	0.00	73.68

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 19 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) และความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) แต่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 18.42 และความเข้าใจที่

คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 81.58 รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 38 คน

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 73.68 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 28 คน คิดเป็นร้อยละ 73.68 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติของเลนส์เว้า การเดินทางของลำแสงและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้ ดังตัวอย่าง

"เลนส์เว้าทำหน้าที่เป็นเลนส์กระจายแสง เมื่อแสงตกกระทบที่เลนส์เว้า แสงจะผ่านทะลุเลนส์หรือลำแสงจะกระจายออก ดังนั้นลำแสงจะไม่ตัดกัน เมื่อลากลำแสงมาตัดด้านหน้าเลนส์ เปรียบเสมือนว่าเป็นจุดโฟกัสซึ่งทำให้เกิดภาพ ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ"

"ภาพจากเลนส์เว้าเป็นภาพเสมือน ที่มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ เพราะกระบอกตาของคนที่ใช้เลนส์เว้าจะยาวกว่าปกติ เลนส์จึงเป็นตัวปรับโฟกัสที่อยู่ไกลตามความยาวกระบอกตาให้มาอยู่ในระยะที่จุดโฟกัสปกติรับได้หรือปรับให้มีจุดโฟกัสที่ใกล้ขึ้นทำให้ภาพที่รับได้มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการเดินทางของแสงและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้บางเพียงส่วน ดังตัวอย่าง

"เมื่อแนวของลำแสงมาตัดกันที่หน้าเลนส์เว้าจะให้ภาพเสมือนเพียงอย่างเดียว ไม่ว่าระยะวัตถุจะมากกว่าหรือน้อยกว่าความยาวโฟกัส และภาพมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเท่านั้น"

"เพราะแนวของลำแสงเดินทางเป็นเส้นตรงมาตัดกันที่ด้านหน้าเลนส์เว้า ภาพจึงมีขนาดเล็กกว่าวัตถุ"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ซึ่งคำตอบของนักเรียนพิจารณาภาพที่เกิดขึ้นเฉพาะจุดรับภาพเท่านั้น ดังตัวอย่าง

"ภาพที่เกิดจากหน้าเลนส์เว้า มีลักษณะภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ เพราะจุดโฟกัสที่รับภาพได้เปลี่ยนไปตามระยะทางการรับภาพของวัตถุ"

"ภาพที่เกิดจากหน้าเลนส์เว้าเป็นภาพจริง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ เพราะภาพที่ได้เหมืองของจริงทุกประการแต่มีขนาดเล็กกว่าปกติเพราะเลนส์เว้าจะบีบจุดรวมภาพไว้"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติและหน้าที่ของเลนส์เว้า การเดินทางของลำแสงและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากอธิบายถึงการเดินทางของแสงและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้บางเพียงส่วน ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย กลุ่มนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะคำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ไม่เป็นไปตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยคำตอบของนักเรียนพิจารณาภาพที่เกิดขึ้นเฉพาะจุดรับภาพเท่านั้น

คำถามข้อที่ 20 เลนส์ชนิดใดมีคุณสมบัติในการกระจายแสง (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ค เพราะเลนส์เว้าทำหน้าที่กระจายแสง หรือถ่างแสงออกจากจุดโฟกัส หากลากเส้นลำแสงมาตัดกันด้านหน้าเลนส์เว้า เปรียบเสมือนว่าเป็นจุดโฟกัสจึงทำให้เกิดภาพขึ้นเสมือนหัวตั้ง มีขนาดเล็ก

ตารางที่ 28 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 20

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	13	34.21	9	4	0	0	0	9
PS	18	43.37	9	5	4	0	0	14
AC	7	18.43	2	4	1	0	0	6
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	20	13	5	0	0	29
		ร้อยละ	52.63	34.21	13.16	0.00	0.00	76.36

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของเลนส์เว้าและเลนส์นูน จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 20 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มี

ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 34.21 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 43.37 และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 18.43 รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 25 คน คิดเป็นร้อยละ 65.79

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 76.36 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 33 คน คิดเป็นร้อยละ 86.84 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติของเลนส์เว้าและลักษณะการเดินทางของแสงก่อนเกิดภาพได้ ดังตัวอย่าง

"คนที่สายตาสั้นกระบอกตาจะยาวกว่าปกติ ภาพจึงตกก่อนถึงจอตา ต้องแก้ไขโดยการสวมใส่แว่นตาที่ทำจากเลนส์เว้า เพราะเลนส์เว้ามีคุณสมบัติในการกระจายแสง เพื่อช่วยให้แสงหักเหไปตกได้ไกลออกไป คือตกที่จอตาพอดี ทำให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น"

"ลากลำแสงมาตัดกันด้านหน้าเลนส์เว้าจนเกิดจุดรวมแสงตัดกัน เส้นที่ลากเพื่อให้เกิดจุดรวมแสงจะมีลักษณะกระจายออกจากกันก่อนมาตัดกัน จึงสรุปได้ว่าเลนส์เว้าทำหน้าที่กระจายแสง"

"เลนส์เว้าทำหน้าที่กระจายแสง เมื่อลากลำแสงมาตัดกันด้านหน้าเลนส์ ให้เป็นจุดโฟกัสจะทำให้เกิดภาพขึ้น"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงลักษณะของแสงที่กระจายทำให้คุณสมบัติของเลนส์เว้าได้เพียงบางส่วน ดังตัวอย่าง

"เลนส์เว้าจะมีลักษณะเว้าเข้าหาแกน เพื่อให้เกิดการกระจายแสงที่ผิวโค้งเว้า"

"เลนส์เว้าต้องเว้าเลนส์เข้าหากันเหมือนรูปถ้วย เพื่อให้แสงกระจาย"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องและไม่อธิบายเหตุผลประกอบการตอบ โดยนักเรียนเลือกพิจารณาเลนส์ผิดประเภทตั้งแต่เริ่มต้น ดังตัวอย่าง

"เลนส์ที่สามารถกระจายแสงได้คือเลนส์นูน เพราะเลนส์นูนจะนูนขึ้นเพื่อรับแสงให้มากขึ้น จึงกระจายแสงได้มากขึ้น"

"เลนส์ที่มีคุณสมบัติในการกระจายแสงคือเลนส์นูนแกมเว้า เพราะเลนส์ที่มีคุณสมบัติสองอย่างอยู่ในตัวจะสามารถกระจายแสงที่มาตกกระทบบนเลนส์ได้"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติของเลนส์เว้าและลักษณะการเดินทางของแสงก่อนเกิดภาพได้ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากอธิบายถึงลักษณะของแสงที่กระจายทำให้คุณสมบัติของเลนส์เว้าได้เพียงบางส่วน ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่อธิบายเหตุผล กลุ่มนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะนักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง และนักเรียนเลือกพิจารณาเลนส์ผิดประเภท

มโนมติที่ 6 เรื่อง การหักเหของแสงและการใช้ประโยชน์ (ข้อสอบข้อที่ 21-24)
คำถามข้อที่ 21 คนที่สายตาสั้นต้องใส่แว่นที่ทำด้วยเลนส์ชนิดใด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ก เพราะเลนส์เว้าเป็นเลนส์ที่ใช้แก้ไขปัญหาสายตาสั้น ลักษณะตรงกลางของเลนส์จะบางขอบเลนส์จะหนา มีคุณสมบัติกระจายแสงเพื่อให้แสงตกที่จอรับภาพพอดี

ตารางที่ 29 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 21

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลง
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	มโนมติ (คน)
CU	5	13.16	5	0	0	0	0	0
PU	10	26.36	8	2	0	0	0	8
PS	18	43.37	9	5	4	0	0	14
AC	5	13.16	4	1	0	0	0	5
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	26	8	4	0	0	27
		ร้อยละ	68.42	21.05	10.53	0.00	0.00	71.05

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของแสงและการใช้ประโยชน์ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 21 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมี

ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 5 คน 10 คน 18 คน และ 5 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 23 คน คิดเป็นร้อยละ 60.53

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 71.05 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 34 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติกระจายแสงของเลนส์เว้าซึ่งแก้ไขปัญหาสายตาสั้นได้ ดังตัวอย่าง

"เลนส์เว้าเป็นเลนส์ที่ใช้แก้ไขปัญหาสายตาสั้น ลักษณะตรงกลางของเลนส์จะบางขอบเลนส์จะหนา มีคุณสมบัติกระจายแสงเพื่อให้แสงตกที่จอรับภาพ"

"คนสายตาสั้นต้องใช้เลนส์เว้า เพราะเลนส์จะกระจายแสง ให้เกิดจุดโฟกัส"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายเพียงคุณสมบัติของเลนส์เว้า ดังตัวอย่าง

"เลนส์เว้า มีคุณสมบัติกระจายแสง"

"คนสายตาสั้นต้องใช้ที่กระจายแสง"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สัมพันธ์กับคำตอบ ดังตัวอย่าง

"คนที่สายตาสั้นต้องใส่แว่นที่ทำด้วยเลนส์เว้า"

"เลนส์เว้าเหมาะสำหรับคนสายตาสั้น"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"คนที่สายตาสั้นต้องใส่แว่นที่ทำด้วยเลนส์เลนส์นูน ซึ่งจะทำให้เห็นภาพชัดขึ้น"

"คนที่สายตาสั้นต้องใช้เลนส์นูนแกมระนาบ เพราะจะทำให้เกิดภาพจริง เหมือนของจริง มองภาพได้ไม่ผิดเพี้ยน"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายถึงคุณสมบัติกระจายแสงของเลนส์เว้าซึ่งแก้ไขปัญหาสายตาสั้นได้ นักเรียน

กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยอธิบายเพียงคุณสมบัติของเลนส์เว้า กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน นักเรียนสามารถตอบคำตอบถูกต้องในการเลือกใช้เลนส์แต่ไม่อธิบายเหตุผล และกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยคำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องและแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งการเลือกใช้เลนส์และการให้เหตุผลที่ไม่สอดคล้องตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 22 เด็กชายณรงค์มองปลาในสระน้ำในแนวทำมุม 30 องศา กับแนวราบ เด็กชายณรงค์จะมองเห็นปลาในลักษณะใด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ก เพราะ แสงมีการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นน้ำไปสู่อากาศที่มีความหนาแน่นต่างกัน แสงจึงเกิดการหักเห ซึ่งมีมุมตกกระทบเล็กกว่ามุมหักเหทำให้ตำแหน่งของภาพกับวัตถุไม่อยู่ในแนวเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของภาพกับตำแหน่งวัตถุจะพบว่าปลาในสระน้ำจะอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริงเพื่อให้แสงตกที่จอรับภาพพอดี

ตารางที่ 30 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 22

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	5	13.16	5	0	0	0	0	5
PS	22	57.89	14	5	3	0	0	19
AC	11	28.95	4	5	2	0	0	9
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	23	10	5	0	0	33
		ร้อยละ	60.53	26.31	13.16	0.00	0.00	86.84

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของแสงและการใช้ประโยชน์ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 22 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 13.16 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ

57.89 และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 28.95 รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 33 คน คิดเป็นร้อยละ 86.84

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 86.84 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 33 คน คิดเป็นร้อยละ 86.84 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการหักเหของแสงผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันทำให้ภาพที่ปรากฏไม่อยู่ในตำแหน่งเดิมได้ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

"แสงมีการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นน้ำไปสู่อากาศที่มีความหนาแน่นต่างกัน แสงจึงเกิดการหักเห ซึ่งมีมุมตกกระทบเล็กกว่ามุมหักเหทำให้ตำแหน่งของภาพกับวัตถุไม่อยู่ในแนวเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของภาพกับตำแหน่งวัตถุจะพบว่าปลาในสระน้ำจะอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริงเพื่อให้แสงตกที่จอรับภาพพอดี"

"เกิดจากการหักเหของแสง โดยแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่เป็นน้ำไปหาอากาศ แนวรังสีจึงเบนออกจากเส้นปกติ จึงทำให้มองเห็นปลาอยู่ตื้นกว่าเดิม"

"แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความแตกต่างกัน แสงจึงเกิดการหักเห ตำแหน่งของที่เด็กชายณรงค์มองเห็นกับปลาจะอยู่ตื้นซึ่งไม่อยู่ตำแหน่งเดิม"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการหักเหของแสงที่ทำให้มองเห็นปลาเปลี่ยนไป ดังตัวอย่าง

"แสงเกิดการหักเห ทำให้เห็นปลาจึงอยู่ตื้นกว่าที่เป็นจริง"

"การหักเหของแสงจะทำให้การมองเห็นเปลี่ยนไป"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"เด็กชายณรงค์จะมองเห็นปลาในลักษณะที่เห็นปลาตื้นกว่าที่เป็นจริง"

"ปลาในน้ำสามารถปรับสภาพตัวเองให้มีขนาดใหญ่ขึ้นได้"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"มองปลาในสระน้ำในแนวทำมุม 30 องศา กับแนวราบ เด็กชายณรงค์จะมองเห็นปลาในลักษณะเห็นปลาลึกกว่าที่เป็นจริง"

"ไม่ว่าจะมองมุมใดจะเห็นปลาที่ตำแหน่งเดิม เพราะเป็นปลาตัวเดียวกัน"

"เห็นปลากลับด้าน เหมือนเรากำลังส่องกระจกอยู่"

"จะทำให้เกิดภาพลวงตาขึ้นเหมือนกับการมองวัตถุในทะเลทรายที่ร้อนจัด"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายถึงการหักเหของแสงผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันทำให้ภาพที่ปรากฏไม่อยู่ในตำแหน่งเดิมได้ถูกต้อง นักเรียนกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยอธิบายถึงการหักเหของแสงที่ทำให้มองเห็นปลาเปลี่ยนไป กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบของนักเรียนถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย และกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยคำตอบและการแสดงเหตุผลประกอบไม่สอดคล้องตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 31 เด็กชายณรงค์วางเหรียญ 5 บาท ลงก้นกลางกระป๋อง แล้วเติมน้ำในกระป๋อง นักเรียนคิดว่าเหตุใดจึงทำให้มองเห็นเหรียญได้ (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ข เพราะแสงที่ตกกระทบกับเหรียญจะสะท้อนกลับผ่านตัวกลางน้ำซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกัน เมื่อแสงหักเหเข้าสู่ตา จึงสามารถมองเห็นเหรียญได้

ตารางที่ 29 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 23

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	10	26.36	10	0	0	0	0	0
PU	17	44.74	12	5	0	0	0	12
PS	3	7.89	2	1	0	0	0	3
AC	8	21.05	4	2	2	0	0	6
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	28	8	2	0	0	21
		ร้อยละ	73.68	21.05	5.26	0.00	0.00	55.26

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของแสงและการใช้ประโยชน์ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 23 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่

คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 10 คน 17 คน 3 คน และ 8 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 11 คน คิดเป็นร้อยละ 28.95

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 55.26 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 36 คน คิดเป็นร้อยละ 94.74 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการหักเหของแสงผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันได้ ดังตัวอย่าง

"แสงที่ตกกระทบกับเหรียญเกิดการสะท้อนกลับผ่านตัวกลางที่เป็นน้ำซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกัน เมื่อแสงหักเหเข้าสู่ตา จึงสามารถมองเห็นเหรียญได้"

"การมองเห็นเหรียญที่อยู่ก้นกระป๋องจะไม่สามารถทำได้ ถ้าไม่มีการเติมน้ำลงไป เพื่อให้แสงเดินทางผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันคือน้ำและอากาศ แล้วเกิดการหักเหของแสง"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายการหักเหของแสงที่เป็นสาเหตุทำให้มองเหรียญแต่ไม่กล่าวถึงสมบัติของตัวกลางที่มีความแตกต่างกันจึงทำให้เกิดการหักเห ดังตัวอย่าง

"การหักเหของตัวกลางจะทำให้มองเห็นวัตถุที่อยู่คนละตำแหน่งกับสายตาได้"

"น้ำตัวกลางที่ทำให้เกิดการหักเหแสง"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"สาเหตุที่ทำให้มองเห็นเหรียญบาทใต้ก้นกระป๋องได้เพราะ แสงสะท้อนผ่านน้ำจึงหักเหเข้าสู่ตา"

"การเปลี่ยนตำแหน่งการมอง หรือเปลี่ยนมุมการมองจะทำให้มองเห็นวัตถุที่อยู่ลึกได้"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

"น้ำจะทำให้เหรียญบาทลอยจากก้นกระป๋องขึ้น จึงมองเห็นเหรียญได้"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ถ้าเติมน้ำที่มีน้ำหนัก หรือมีมวล หรือมีความหนาแน่นมากกว่าเหรียญได้ก็จะทำให้มองเห็นเหรียญได้"

"ตะแครงกระป๋องทำมุม 30 องศา จะทำให้มองเห็นเหรียญได้"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายถึงการหักเหของแสงผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันได้ นักเรียนกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยอธิบายการหักเหของแสงที่เป็นสาเหตุทำให้มองเหรียญแต่ไม่กล่าวถึงสมบัติของตัวกลางที่มีความแตกต่างกันจึงทำให้เกิดการหักเห กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบของนักเรียนถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย และกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยคำตอบและการแสดงเหตุผลไม่สอดคล้องตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 24 ภาพของตัวพารามีเซียมที่มองผ่านกล้องจุลทรรศน์ ภาพที่ขยายมีลักษณะใด

(รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ง แสงจากแหล่งกำเนิดแสงส่องผ่านวัตถุ จะเกิดภาพที่ 1 เป็นภาพจริงหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุอยู่ข้างหลังเลนส์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นเลนส์ตา แสงจากภาพที่ 1 จะหักเหผ่านเลนส์ตา เกิดภาพเสมือนหัวตั้งไปทางเดียวกับภาพที่ 1 ขนาดขยายที่ระยะ 25 ซ.ม. เป็นภาพที่ 2 ภาพสุดท้ายจะเป็นภาพเสมือนหัวกลับ และขยายขนาดเพิ่มขึ้นหลายเท่า

ตารางที่ 32 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 24

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	27	44.74	18	9	0	0	0	18
PS	3	7.89	1	2	0	0	0	3
AC	8	21.05	2	2	3	0	0	4
NU	1	2.63	0	0	0	0	1	0
รวม		คน	21	13	3	0	1	25
		ร้อยละ	55.26	34.21	7.89	0.00	2.63	65.79

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง การหักเหของแสง และการใช้ประโยชน์ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 24 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 27 คน 3 คน 8 คน และ 1 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 11 คน คิดเป็นร้อยละ 28.95

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 65.79 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 34 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการเดินทางของแสงผ่านจุดต่างๆ ในกล้องจุลทรรศน์และลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้ ดังตัวอย่าง

"ภาพจากกล้องจุลทรรศน์จะเกิดภาพสองครั้ง สะท้อนกันไปมาโดยใช้เลนส์ จนเกิดเป็นภาพเสมือนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นตามกำลังการขยาย ลักษณะหัวกลับ"

"แสงผ่านวัตถุ จะเกิดภาพที่ 1 เป็นภาพจริงหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ แสงจากภาพที่ 1 จะหักเหผ่านเลนส์ เกิดภาพเสมือนและเกิดภาพที่ 2 เป็นภาพเสมือนหัวกลับ และขยายขนาดเพิ่มขึ้นหลายเท่าขึ้นอยู่กับการปรับกำลังขยายของเลนส์ที่กล้องจุลทรรศน์"

"เพราะกล้องจุลทรรศน์ทำให้ภาพชัดเจนขึ้นที่ระยะ 25 ซ.ม."

"แสงจากแหล่งกำเนิดแสงส่องผ่านวัตถุ จะเกิดภาพที่ 1 เป็นภาพจริงหัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุอยู่ข้างหลังเลนส์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นเลนส์ตา แสงจากภาพที่ 1 จะหักเหผ่านเลนส์ตา เกิดภาพเสมือนหัวตั้งไปทางเดียวกับภาพที่ 1 ขนาดขยายที่ระยะ 25 ซ.ม. เป็นภาพที่ 2 ภาพสุดท้ายจะเป็นภาพเสมือนหัวกลับ และขยายขนาดเพิ่มขึ้นหลายเท่า"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงชื่อของกล้องที่สอดคล้องกับการใช้งานได้บางเพียงส่วน ดังตัวอย่าง

"กล้องจุลทรรศน์มีสมบัติในการส่องขยายดูสิ่งของเล็กๆ ให้เป็นภาพเสมือนขนาดใหญ่ขึ้น"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"พารามีเซียมที่มองผ่านกล้อง มีลักษณะเป็นภาพเสมือน"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ภาพที่มองผ่านกล้องจุลทรรศน์ ต้องเป็นภาพที่มีขนาดใหญ่ขึ้น"

"คุณสมบัติของกล้องทางวิทยาศาสตร์คือ การส่องวัตถุให้มีขนาดใหญ่ขึ้น"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบและเหตุผลของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"กล้องจุลทรรศน์ คือกล้องที่ส่องวัตถุที่มีขนาดใหญ่มากๆ ให้มีขนาดเล็กลง"

"ภาพของพารามีเซียมที่มองผ่านกล้องจุลทรรศน์ เป็นภาพจริง หัวตั้ง หรือภาพจริงหัวกลับ หรือภาพเสมือน หัวตั้ง"

ระดับ NU ความไม่เข้าใจ นักเรียนตอบว่าไม่รู้หรือไม่ทราบ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการเดินทางของแสงผ่านจุดต่างๆ ในกล้องจุลทรรศน์และลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นได้ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากอธิบายถึงชื่อของกล้องที่สอดคล้องกับการใช้งาน ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย กลุ่มนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเพราะคำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด และพบว่ามีนักเรียนที่ไม่มีความไม่เข้าใจ เพราะนักเรียนไม่ตอบคำถามและให้เหตุผลประกอบว่าไม่ทราบ

มโนมติที่ 7 เรื่อง ผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต (ข้อสอบข้อที่ 25-26)

คำถามข้อที่ 25 ข้อใดเรียงลำดับการมองเห็นได้ถูกต้องมากที่สุด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำตอบของคำถาม คือ ค แสงสว่างตกกระทบวัตถุ จากนั้นแสงจะสะท้อนวัตถุเข้าสู่ตาผ่านส่วนต่างๆของตา เกิดภาพที่เรตินาประสาทตา จากนั้นส่งข้อมูลไปยังสมอง สมองแปลผลว่าสิ่งที่เห็นคืออะไร

ตารางที่ 33 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 25

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	16	42.11	8	8	0	0	0	8
PS	7	18.42	5	2	0	0	0	7

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
AC	15	39.47	5	3	4	3	0	8
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	18	13	4	3	0	23
		ร้อยละ	43.37	34.21	10.53	7.89	0.00	60.53

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง ผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 25 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 16 คน 7 คน และ 15 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) ร้อยละ 57.89

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 60.53 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 31 คน คิดเป็นร้อยละ 81.58 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายลำดับการมองเห็นแสงได้ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

"การมองเห็นเกิดจากการที่แสงตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่ตา โดยผ่านรูม่านตา และเลนส์ตาหักเหแสงไปตกกระทบเรตินา ส่งความรู้สึกไปสู่สมองทำให้มองเห็นวัตถุ"

"แสงสว่างตกกระทบวัตถุ จากนั้นแสงจะสะท้อนวัตถุเข้าสู่ตา ผ่านส่วนต่างๆ ของตา เกิดภาพที่เรตินา จากนั้นส่งข้อมูลไปยังสมอง สมองแปลผลว่าสิ่งที่เห็นคืออะไร"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายลำดับการมองเห็นแสงได้บางเพียงส่วน ดังตัวอย่าง

"แสงตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนแสงวัตถุเข้าสู่ตา ส่งข้อมูลภาพไปยังสมอง สมองจดจำภาพที่ได้แล้วแปลผลจึงมองเห็นได้"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"แสงตกกระทบเข้าสู่ตา สมองแปลผลว่าเกิดภาพ"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"แสงสะท้อนเข้าสู่ตา แล้วเกิดภาพ"

"แสงตกกระทบเข้าสู่ตา สมองแปลผลว่าเกิดภาพอะไร จากนั้นจึงมองเห็นภาพ"

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า กลุ่มความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ อธิบายลำดับการมองเห็นแสงได้ถูกต้อง กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อธิบายลำดับการมองเห็นแสงได้บางเพียงส่วน นักเรียนกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลยังไม่ถูกต้องและไม่อธิบายเหตุผล ส่วนกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ตอบคำถามไม่ถูกต้องและเหตุผลแสดงความไม่เข้าใจมโนมติที่ยังมีความคลาดเคลื่อน

คำถามข้อที่ 26 การทาผนังสีห้องตามข้อใดมีความเหมาะสมที่สุด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ก ห้องรับแขกเป็นห้องที่ต้องการแสงสว่าง การทาสีห้องด้วยสีฟ้าอ่อน ซึ่งเป็นสีที่มีองค์ประกอบของสีขาวจะช่วยในการสะท้อนแสงได้มากยิ่งขึ้นทำให้ห้องดูสว่างขึ้น

ตารางที่ 34 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 26

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	9	23.68	9	0	0	0	0	0
PU	24	63.16	22	2	0	0	0	22
PS	5	13.19	5	0	0	0	0	0
AC	0	0.00	0	0	0	0	0	0
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	36	2	0	0	0	22
		ร้อยละ	94.74	5.26	0.00	0.00	0.00	57.89

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง ผลของแสงสว่างต่อการดำรงชีวิต จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 25 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความ

เข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 23.68 มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 63.16 และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 13.19 รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 5 คน คิดเป็นร้อยละ 13.16

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 38 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติการสะท้อนแสงของสีและองค์ประกอบของสีได้ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

"ห้องรับแขกเป็นห้องที่ต้องการแสงสว่าง การทาสีห้องด้วยสีฟ้าอ่อน ซึ่งเป็นสีที่มีองค์ประกอบของสีขาวจะช่วยในการสะท้อนแสงได้มากยิ่งขึ้นทำให้ห้องดูสว่างขึ้น"

"สีฟ้าอ่อนจะช่วยให้ห้องเกิดการสะท้อนแสงได้ดีที่สุด"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงคุณสมบัติของสีโทนเย็น ดังตัวอย่าง

"สีฟ้าอ่อนเป็นสีที่ช่วยเพิ่มแสงสว่างให้กับห้องมากขึ้น เพราะเป็นสีวรรณะเย็น ซึ่งทำให้มีความรู้สึกสบาย เรียบ สงบ เยือกเย็น ผ่อนคลาย ซึ่งเหมาะกับการทาสีห้องรับแขก "

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"ทาสีห้องรับแขกด้วยสีฟ้าอ่อนจะมีความเหมาะสมที่สุด"

"ทาผนังห้องด้วยสีฟ้า ห้องดูดความร้อนทำให้เกิดความสว่างได้"

"สีฟ้าทำให้ห้องดูสว่างสดใสมากที่สุด"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนในกลุ่มความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์อธิบายถึงคุณสมบัติการสะท้อนแสงของสีและองค์ประกอบของสีได้ถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์อธิบายถึงคุณสมบัติของสีโทนเย็น ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลประกอบไม่สื่อความหมายทางวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มโนมติที่ 8 เรื่อง สีและการดูดกลืนแสงสีของวัตถุ (ข้อสอบข้อที่ 27-30)

คำถามข้อที่ 27 ถ้านักเรียนต้องการจัดเวทีละคร โดยใช้ไฟฉายแสง 3 ดวง เพื่อให้เกิดแสงสีต่างๆ มากที่สุด ควรใช้ดวงไฟสีใดบ้าง (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ค แสงสีแดง เขียว น้ำเงิน เป็นแสงสีปฐมภูมิ เมื่อผสมแสงสีกันเป็นคู่ๆ จะทำให้เกิดแสงสีใหม่ขึ้นหรือแสงสีทุติยภูมิ ซึ่งแสงสีแดงผสมแสงสีเขียวเกิดเป็นแสงสีเหลือง แสงสีเขียวผสมแสงสีน้ำเงินเกิดเป็นแสงสีเขียวน้ำเงิน แสงสีแดงผสมแสงสีน้ำเงินเกิดเป็นแสงสีม่วงแดง และเมื่อนำแสงสีปฐมภูมิผสมแสงสีทุติยภูมิ จะได้แสงสีขาว หรือเรียกแสงสีเติมเต็ม

ตารางที่ 35 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 27

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	3	7.89	3	0	0	0	0	0
PU	13	34.21	8	5	0	0	0	8
PS	16	42.11	5	7	4	0	0	12
AC	6	15.79	2	2	2	0	0	4
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	18	14	6	0	0	24
		ร้อยละ	47.37	36.84	15.79	0.00	0.00	63.16

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง สีและการดูดกลืนแสงสีของวัตถุ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 27 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 3 คน ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 13 คน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 16 คน และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 6 คน รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 22 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(CU+PU) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 32 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการผสมแสงสีปฐมภูมิผสมแสงสีทุติยภูมิ ได้ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

"แสงสีแดง เขียว น้ำเงิน เมื่อผสมแสงสีกันเป็นคู่ๆ จะทำให้เกิดแสงสีใหม่ขึ้น ซึ่งแสงสีแดงผสมแสงสีเขียวเกิดเป็นแสงสีเหลือง แสงสีเขียวผสมแสงสีน้ำเงินเกิดเป็นแสงสีเขียวน้ำเงิน แสงสีแดงผสมแสงสีน้ำเงินเกิดเป็นแสงสีม่วงแดง และเมื่อนำแสงสีปฐมภูมิผสมแสงสีทุติยภูมิ จะได้แสงสีขาว"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนใช้มโนมติเดิมในการผสมแม่สีผสมแสงสี ดังตัวอย่าง

"สีแดง เขียว น้ำเงินเป็นแสงแม่สีหลัก เมื่อนำมาผสมกันเป็นคู่สามารถทำให้เกิดสีต่างๆ มากที่สุด"

"สีแดงผสมสีน้ำเงินเกิดสีแดงม่วง สีน้ำเงินผสมสีเขียวเกิดสีน้ำเงินเขียว และสีเขียวผสมสีแดงจะเกิดสีเหลือง เมื่อนำแสงสีที่เกิดจากการผสมขั้นแรกมาผสมกันจะทำให้เกิดสีมากขึ้น"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"ฉายแสงสีแดง เขียว น้ำเงิน จะทำให้เกิดแสงสีได้มากที่สุดถึง 7 สี"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ดังตัวอย่าง

"เพื่อให้เกิดแสงสีต่างๆ มากที่สุด ควรใช้ดวงไฟสีแดง เขียว เหลือง หรือแดง น้ำเงิน เหลือง หรือน้ำเงิน ส้ม เขียว"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนในกลุ่มความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์อธิบายถึงการจับคู่ของแสงสีแต่ละแสงสีได้ถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากอธิบายถึงจับคู่ของแม่สีเท่านั้นแต่ไม่ระบุว่าคู่สีที่จับนั้นไม่ได้เป็นแสงสีที่สามารถเกิดแสงขาวได้ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลประกอบถูกต้องบางองค์ประกอบ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะเลือกคำตอบผิดและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับมโนมติทาง

วิทยาศาสตร์ และไม่พบนักเรียนที่ไม่มีความไม่เข้าใจ เนื่องจากนักเรียนตอบคำถามโดยให้เหตุผลประกอบแต่เป็นมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

คำถามข้อที่ 28 นักเรียนมองดูตู้ไปรษณีย์เป็นสีแดง เพราะเหตุใด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ค การมองเห็นวัตถุนั้นๆ มีสีตามแสงที่ตกกระทบ เนื่องจากวัตถุสะท้อนแสงสีนั้นๆ เข้าสู่ตาสมองจึงแปลผลได้ว่าวัตถุนั้นมีสีตามแสงที่สะท้อน

ตารางที่ 36 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 28

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	8	21.05	8	0	0	0	0	0
PU	12	31.58	6	6	0	0	0	6
PS	9	23.68	4	2	3	0	0	6
AC	8	21.05	5	2	1	0	0	7
NU	1	2.63	1	0	0	0	0	0
รวม		คน	24	10	4	0	0	20
		ร้อยละ	63.16	26.32	10.53	0.00	0.00	52.63

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง สีและการดูดกลืนแสงสีของวัตถุ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 28 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 8 คน ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 12 คน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 9 คน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 8 คน และความไม่เข้าใจ (NU) จำนวน 1 คน รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 47.37

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 47.37 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 34 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการสะท้อนแสงของสีได้ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

"การมองเห็นวัตถุนั้นๆ มีสีตามแสงที่ตกกระทบ เนื่องจากวัตถุสะท้อนแสงสีนั้นเข้าสู่ตาจากนั้นสมองจะแปลผลตามแสงที่สะท้อนเข้าสู่ตา"

"สีแดงสะท้อนออกจากตู้ไปรษณีย์เข้าสู่ตา ตาจึงแปลผลว่าตู้มีสีแดง"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนใช้มโนมติที่พบในชีวิตประจำวันอธิบาย ดังตัวอย่าง

"แสงกระทบตู้ไปรษณีย์ที่ทาด้วยสีแดงเพื่อให้สะดุดตา แล้วสะท้อนสีแดงเข้าสู่ตา จากนั้นสมองจะแปลผลมาว่าตู้ไปรษณีย์มีสีแดง"

ระดับ PS ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด หรือนักเรียนบางส่วนไม่อธิบายเหตุผลประกอบ ดังตัวอย่าง

"การมองดูตู้ไปรษณีย์เป็นสีแดง เพราะตู้สะท้อนสีแดงเข้าตาพอดี"

"สีแดงเป็นสีที่สะท้อนเข้าตาได้ง่าย"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

"สีแดงเป็นสีที่ง่ายต่อการสะท้อนแสงและการสังเกตของบุรุษไปรษณีย์"

ระดับ NU ความไม่เข้าใจ คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม ดังตัวอย่าง

"เพื่อความรวดเร็วในการส่งจดหมายของบุรุษไปรษณีย์"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า นักเรียนในกลุ่มความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์อธิบายถึงลำดับขั้นการเดินทางของแสง จนถึงขั้นสุดท้ายในการแปลผลของสมองจากการสะท้อนแสงของวัตถุได้ถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากอธิบายการเห็นวัตถุจากการสะท้อนแสงได้ไม่ครบทุกองค์ประกอบ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่ไม่อธิบายเหตุผลประกอบ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะเลือกคำตอบผิดและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และไม่พบนักเรียนที่ไม่มีความไม่เข้าใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำถามข้อที่ 29 นักเรียนมองเห็นผ้าผืนหนึ่งมีสีดำ เพราะเหตุใด

คำตอบของคำถาม คือ ง แสงที่ตกกระทบกับผ้าที่มีสีดำ ตาจะสามารถมองเห็นผ้าผืนนั้นมีสีดำได้เนื่องจากผ้าดูดกลืนแสงทุกสีเอาไว้จึงไม่สามารถสะท้อนแสงสีนั้นตามนุษย์จึงไม่สามารถรับแสงที่เกิดจากการสะท้อนได้จึงเห็นผ้ามีสีดำ

ตารางที่ 37 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 29

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	10	26.32	6	4	0	0	0	6
PS	9	23.68	6	2	1	0	0	8
AC	19	50.00	8	4	4	3	0	12
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	20	10	5	3	0	26
		ร้อยละ	55.26	26.32	13.16	7.89	0.00	68.42

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง สีและการดูดกลืนแสงสีของวัตถุ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 29 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 10 คน 9 คน และ 19 คน ตามลำดับ รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 28 คน คิดเป็นร้อยละ 73.68

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 30 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงหลักการดูดกลืนแสงของสีดำได้ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

"แสงที่ตกกระทบกับผ้าที่มีสีดำ ตาจะมองเห็นผ้ามีสีดำได้เพราะผ้าจะดูดกลืนแสงทุกสีเอาไว้จึงไม่สามารถสะท้อนแสงสีนั้นได้"

"ผ้าดำดูดกลืนแสงไว้ทั้งหมดแสงจึงไม่สะท้อนได้ ตามนุษย์จึงไม่สามารถรับแสงที่เกิดจากการสะท้อนได้จึงเห็นผ้ามีสีดำ"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการดูดกลืนแสงของสีได้บางส่วน ดังตัวอย่าง

"เมื่อแสงมากระทบผ้าจะถูกดูดกลืนไว้ ตาจึงไม่สามารถมองเห็นสมองจึงแปลผลออกมาว่าผ้ามีสีดำ"

"ผ้าจะถูกดูดกลืนแสงไว้ ตาจึงไม่สามารถมองเห็นผ้าจึงมีสีดำ"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลไม่ถูก ดังตัวอย่าง

"ผ้าผืนหนึ่งมีสีดำเพราะผ้ามีสีดำ"

"ผ้าผืนนั้นมีสีดำเพราะผ้าอุณหภูมิสูงเกินไป"

"ผ้าผืนนั้นสะท้อนทุกสีเข้าตาเราจึงมีสีดำ"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนในกลุ่มความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์อธิบายถึงการดูดกลืนและการสะท้อนของแสงสีได้ถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากไม่อธิบายถึงการสะท้อนแสงที่เกิดจากการดูดกลืนแสงไว้ทั้งหมดของวัตถุสีดำได้ แต่อธิบายเพียงการดูดกลืนของแสงตาจึงมองไม่เห็นสีเท่านั้น ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่ไม่อธิบายเหตุผลประกอบ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะเลือกคำตอบผิดและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจเนื่องจากนักเรียนตอบคำถามโดยให้เหตุผลประกอบแต่เป็นมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

คำถามข้อที่ 30 เมื่อเราฉายแสงสีม่วงแดงลงบนวัตถุสีน้ำเงินจะเห็นวัตถุเป็นสีใด (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

คำตอบของคำถาม คือ ก ฉายแสงสีม่วงแดงลงบนวัตถุสีน้ำเงินจะเห็นวัตถุเป็นสีน้ำเงิน เพราะ แสงสีน้ำเงินมีความเข้มและสัดส่วนของแสงมากกว่า แสงสีม่วงจึงถูกสีน้ำเงินดูดกลืนไว้ไม่สามารถสะท้อนแสงที่ฉายลงไปได้

ตารางที่ 38 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ข้อที่ 30

ความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน			ความเข้าใจมโนมติหลังเรียน					การเปลี่ยนแปลงมโนมติ (คน)
ระดับ	คน	ร้อยละ	CU	PU	PS	AC	NU	
CU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
PU	6	15.79	6	0	0	0	0	6
PS	12	31.58	8	2	2	0	0	10
AC	20	52.63	9	5	3	3	0	14
NU	0	0.00	0	0	0	0	0	0
รวม		คน	27	4	5	2	0	30
		ร้อยละ	60.53	18.42	13.16	7.89	0.00	78.95

ผลการศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง สีและการดูดกลืนแสงสีของวัตถุ จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 30 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 6 คน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 12 คน และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 20 คน รวมนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) 32 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21

หลังจากนักเรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ทั้งสิ้น 30 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 โดยแนวคำตอบของนักเรียนแสดงมโนมติในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ระดับ CU ความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายถึงการดูดกลืนแสงของสีได้ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

"ฉายแสงสีม่วงแดงลงบนวัตถุสีน้ำเงินจะเห็นวัตถุเป็นสีน้ำเงิน เพราะ แสงสีน้ำเงินมีความเข้มของแสงมากกว่า แสงสีม่วงจึงถูกสีน้ำเงินดูดกลืนไว้จึงไม่สามารถสะท้อนแสงที่ฉายลงไปได้"

"สีม่วงแดงผสมสีน้ำเงินจะได้สีน้ำเงิน เพราะสัดส่วนความเข้มของสีน้ำเงินจะมีมากกว่าสีแดงจึงสะท้อนสีน้ำเงินออกมา"

ระดับ PU ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายองค์ประกอบและสัดส่วนความเข้มแสงของสี ดังตัวอย่าง

"แสงสีม่วงแดงเกิดจากสีแดงผสมกับสีน้ำเงิน ซึ่งมีความเข้มแสงน้อยกว่าสีน้ำเงินเข้มสีที่เห็นจึงมีสีน้ำเงิน"

ระดับ AC ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลไม่ถูก ดังตัวอย่าง

"สีม่วงแดงผสมสีน้ำเงินจะเห็นเป็นสีดำ เพราะเป็นสีเข้มทั้งสองสี" หรือ "สีม่วงแดงผสมสีน้ำเงินจะเห็นเป็นสีดำ เพราะแสงเมื่อเจอวัตถุสีดำจะไม่ยอมสะท้อนสีใดออกมา"

"สีม่วงแดงผสมสีน้ำเงินจะเห็นเป็นสีขาว เพราะเมื่อวัตถุมีสีดำ จะไม่เกิดแสงสีใดจะมีเพียงแสงขาวสะท้อนออกมา"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์โดยอธิบายถึงสัดส่วนความเข้มของแสงสีที่ทำให้แสงมีความแตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากไม่อธิบายถึงการมองเห็นสีที่ต้องอาศัยการสะท้อนของแสง นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะคำตอบถูกต้องแต่ไม่อธิบายเหตุผลประกอบ ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะเลือกคำตอบผิดและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีนักเรียนที่ไม่มีความไม่เข้าใจ เพราะนักเรียนตอบคำถามโดยให้เหตุผลประกอบแต่เป็นมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY