



การศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระเจงเงาของนักศึกษา
ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ดลนภัส ขอดกัณฑ์

วิทยานิพนธ์เสนอต่อมหาวิทยาลัยรามคำแหง
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์)
ปีการศึกษา 2561

การศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาของนักศึกษา
ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ดลนภัส ขอดกัณฑ์

วิทยานิพนธ์เสนอต่อมหาวิทยาลัยรามคำแหง
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์)
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

A STUDY OF MIRROR IMAGE CONCEPTS OF STUDENTS
STUDYING TEACHING BEHAVIORS IN BASIC SCIENCE
AT RAMKHAMHAENG UNIVERSITY

DONNAPUS YODKANTEE

A THESIS PRESENTED TO RAMKHAMHAENG UNIVERSITY
IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION
(TEACHING SCIENCE)

2018

COPYRIGHTED BY RAMKHAMHAENG UNIVERSITY

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาของ
นักศึกษาที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์
พื้นฐาน มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ชื่อผู้เขียน นางสาวดลนภัส ยอดกันดี

สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. วรนุช แหยมแสง

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร วัจนะ

มหาวิทยาลัยรามคำแหงอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาดำเนินการหลักสูตรปริญญาโท



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

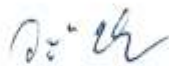
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สืบพงษ์ ปราบใหญ่)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



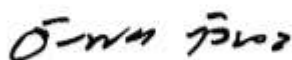
.....ประธานกรรมการ

(ดร. กุศลิน มุสิกกุล)



..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรนุช แหยมแสง)



..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร วัจนะ)

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาของ
 นักศึกษาที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์
 พื้นฐาน มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ชื่อผู้เขียน นางสาว คลนภัส ยอดกันดี

ชื่อปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์

ปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

- | | |
|---------------------------------------|---------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. วรณัฐ แหยมแสง | ประธานกรรมการ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร วัจนะ | |

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา ที่ประกอบด้วย กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งนูน และกระจกเงาโค้งเว้า ในการศึกษาได้เลือกประชากรเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้วิจัยเป็นแบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง และเป็นข้อสอบคู่ขนานจำนวน 16 ข้อ ซึ่งคำถามการเกิดภาพจากกระจกเงา แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถามกระจกเงาราบจำนวน 10 ข้อ ส่วนที่ 2 คำถามจากกระจกเงาโค้งนูน 4 ข้อและส่วนที่ 3 คำถามจากกระจกเงาโค้งเว้า 2 ข้อ ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้การหาความถี่และค่าร้อยละของแนวคิดในแต่ละข้อ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. คำถามการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ, การบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาราบ และการบอกภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ

2. คำถามการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งนูน นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องชนิดของกระจกเงาโค้งนูนถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งนูนและการบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาโค้งนูนคลาดเคลื่อน และนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งนูนและเหตุผลการใช้กระจกเงาโค้งนูน

3. คำถามการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งเว้า นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดของกระจกเงาโค้งเว้าถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งเว้าและเรื่องการบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาโค้งเว้าคลาดเคลื่อน และนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพของกระจกเงาโค้งเว้า

ABSTRACT

Thesis Title A Study of Mirror Image Concepts of Students
 Studying Teaching Behaviors in Basic Science
 at Ramkhamhaeng University

Students Name Miss Donnapus Yodkantee

Degree Sought Master of Education

Field of Study Teaching Science

Academic Year 2018

Advisory Committee

1. Assoc. Prof. Dr. Woranuch Yaemsaeng Chairperson

2. Asst. Prof. Dr. Amporn Watjana

In this thesis, the researcher studies and classifies mirror image concepts held by students studying teaching behaviors in basic science at Ramkhamhaeng University (RU). The three types of mirrors are the plane (flat) mirror, the convex mirror, and the concave mirror.

The research population consisted of 50 RU students in the Department of Curriculum and Instruction, a five-year program of the Faculty of Education. These students were studying in the course devoted to Teaching Behaviors in Basic Science in the first semester of the academic year 2018.

The research instruments consisted of an essay test and a parallel test comprised of 16 items. Questions concerning mirror images were divided into three parts. Part One concerned questions of plane mirrors with ten items. Part Two involved questions of convex mirrors with four items. Part Three pertained to concave mirrors with two items.

Utilizing techniques of descriptive statistics, the researcher analyzed the data in terms of frequency and percentage for each of the items falling under the three mirror concepts.

Findings are as follows:

Answers to questions concerning plane (flat) mirror images showed that the highest proportion of the students grasped the concepts of visual reflection and visual positioning in which the right side appears on the left and vice versa. However, they showed misconceptions in describing images in plane mirrors. They produced no concept detailing the causes of the images on plane mirrors.

Answers to questions involving convex mirror image showed that the highest proportion of the students displayed correct concepts of convex mirrors, but not yet completely perfect. The highest proportion of the students understood the visual reflection concept, but yet revealed misconceptions concerning the visual positioning of images. Moreover, they did not reveal proper understanding of image concepts and could not give reasons for using convex mirrors.

Answers to questions pertaining to concave mirror image showed that the highest proportion of the students held partially correct concepts of concave images along with some misconceptions. The highest proportion grasped the concept of visual reflection vis-à-vis the image, while also showing misconceptions of the visual positioning of the images. Furthermore, the highest proportion of the students did not have a concept of the causes of concave mirror image.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร. วรณช แหยมแสง ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร วัจนะ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุก ๆ ท่านที่แนะนำที่ เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ขอขอบคุณอาจารย์และนักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหงทุก ๆ ท่านที่ช่วยตอบแบบทดสอบ และอำนวยความสะดวกในการการจัดเก็บข้อมูล ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เสมอมา และขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่คอยห่วงใยและให้กำลังใจตลอดจนกระทั่งทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายขอขอบคุณมหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่เป็นแหล่งให้เรียนรู้ชีวิตและสังคมของผู้คนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาระดับปริญญาโท ทั้งนี้เพราะเป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งที่ทำให้การศึกษาสำเร็จลงอย่างสมบูรณ์ในทุก ๆ ด้าน

คลนภัส ยอดกันดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(4)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญตาราง	(12)
สารบัญภาพประกอบ	(15)

บทที่

1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
คำถามการวิจัย	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
ความหมายของแนวคิด	9
การจำแนกแนวคิด	12
การตรวจสอบแนวคิด	14
หลักการการเกิดภาพจากกระจกเงา	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	33
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	34
การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	34
การรวบรวมข้อมูล	41
การวิเคราะห์ข้อมูล	42
4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล	43
ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลรายข้อ	44
ผลการวิจัยและการวิเคราะห์แนวคิดจำแนกตามประเภทของกระจกเงา	80
5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	88
การสรุปผลการวิจัย	89
การอภิปรายผล	90
ข้อเสนอแนะ	95
ภาคผนวก	
ก หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถาม	97
ข คำถามที่ใช้ในแบบทดสอบและเกณฑ์ในการให้คะแนน	101
บรรณานุกรม	136
ประวัติผู้เขียน	139

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การสร้างแบบทดสอบตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง	16
2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้สอนใน ต่างประเทศ 2 เรื่อง	25
3	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนใน ต่างประเทศ 2 เรื่อง	27
4	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนใน ประเทศไทย 1	29
5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนใน ประเทศไทย 2	30
6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนใน ประเทศไทย 3	31
7	ค่าความสอดคล้องของการจำแนกแนวคิดของผู้ตรวจ 2 คน	37
8	ค่าความสอดคล้องรายข้อของแบบทดสอบที่คู่ขนานกัน	38
9	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ	39
10	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อภายหลังของการตัดข้อ ที่ใช้ไม่ได้ทั้ง	40
11	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	41
12	ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 1A	45
13	ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 2A	48
14	ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 3A	51
15	ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 4A	53
16	ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 5A	56
17	ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 6A	58

ตาราง	หน้า
18 ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 7A	60
19 ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 8A	62
20 ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 1B	63
21 ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 2B	66
22 ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 3B	68
23 ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 4B	70
24 ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 5B	72
25 ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 6B	74
26 ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 7B	76
27 ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 8B	78
28 การจำแนกแนวคิดของแบบทดสอบของคำถามเกี่ยวกับกระจกเงาราบ	81
29 การจำแนกแนวคิดของแบบทดสอบของคำถามเกี่ยวกับกระจกเงา โค้งนูน (1)	83
30 การจำแนกแนวคิดของแบบทดสอบของคำถามเกี่ยวกับกระจกเงา โค้งนูน (2)	84
31 การจำแนกแนวคิดของแบบทดสอบของคำถามเกี่ยวกับกระจกเงา โค้งเว้า	86
32 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 1A	102
33 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 2A	104
34 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 3A	106
35 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 4A	108
36 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 5A	111
37 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 6A	113
38 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 7A	115
39 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 8A	117

ตาราง	หน้า
40 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 1B	119
41 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 2B	121
42 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 3B	123
43 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 4B	125
44 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 5B	128
45 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 6B	130
46 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 7B	132
47 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 8B	134

สารบัญภาพประกอบ

ภาพ	หน้า
1 แสดงการมองเห็นวัตถุ	19
2 แสดงระยะวัตถุและระยะภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ	20
3 แสดงการสะท้อนแสงของกระจกเงาโค้งนูน	21
4 แสดงขั้นตอนการเกิดภาพจากจากกระจกเงาโค้งนูน	22
5 แสดงการสะท้อนแสงของกระจกเงาโค้งนูน	22
6 แสดงขั้นตอนการเกิดภาพจากจากกระจกเงาโค้งเว้าที่ได้ภาพจริง	23
7 แสดงขั้นตอนการเกิดภาพจากจากกระจกเงาโค้งเว้าที่ได้ภาพเสมือน	24
8 แสดงภาพจากคำถาม 1A	45
9 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 1A.....	45
10 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งการเกิดภาพ คลาดเคลื่อน (ซ้าย) แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพ คลาดเคลื่อน(ขวา) ข้อ 1A	46
11 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งของภาพถูกต้อง แต่ยังไม่ครบ ถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 1A	46
12 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งของภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 1A.....	46
13 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 1A	47
14 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ ข้อ 1A	47
15 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 1A	47
16 แสดงภาพจากคำถาม 2A	48
17 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ คลาดเคลื่อน ข้อ 2A	49

ภาพ	หน้า
17 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ คลาดเคลื่อน ข้อ 2A	49
18 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน(ซ้าย) แนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน (ขวา) ข้อ 2A	49
19 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งของภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 2A	49
20 แสดงเรื่องตำแหน่งของภาพถูกต้อง แต่ไม่ครบสมบูรณ์ ข้อ 2A	50
21 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 2A	50
22 แสดงภาพจากคำถาม 3A	51
23 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3A (1)	51
24 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3A (2)	52
25 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ 3A ...	52
26 แสดงภาพจากคำถาม 4A	53
27 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ คลาดเคลื่อน ข้อ 4A (1)	53
28 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ คลาดเคลื่อน ข้อ 4A (2)	54
29 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพที่คลาดเคลื่อน	54
30 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดบางส่วนถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ ข้อ 4A	55
31 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดบางส่วนถูกต้อง บางส่วน คลาดเคลื่อน ข้อ 4A	55
32 แสดงภาพจากคำถาม 5A	55
33 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 5A (1)	56
34 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 5A (2)	56

ภาพ	หน้า
35 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งไฟฉายถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	57
36 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	
ข้อ 5A	57
37 แสดงภาพจากคำถาม 6A	58
38 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ	
กลาดเคลื่อน ข้อ 6A	58
39 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	
ข้อ 6A	59
40 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดกลาดเคลื่อน ข้อ 6A	59
41 แสดงภาพจากคำถาม 7A	60
42 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ	
กลาดเคลื่อน ข้อ 7A	60
43 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพกลาดเคลื่อน	61
44 แสดงภาพจากคำถาม 8A	61
45 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องชนิดของกระจกเงาถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	
สมบูรณ์ ข้อ 8A	62
46 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดกลาดเคลื่อน ข้อ 8A	62
47 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องเหตุที่ใช้กลาดเคลื่อน ข้อ 8A	63
48 แสดงภาพจากคำถาม 1B	63
49 แสดงแนวคิดนักศึกษาของเรื่องรังสีการเกิดภาพกลาดเคลื่อน ข้อ 1B (1)	64
50 แสดงแนวคิดนักศึกษาของเรื่องรังสีการเกิดภาพกลาดเคลื่อน ข้อ 1B (2)	64
51 แสดงแนวคิดนักศึกษาของเรื่องรังสีการเกิดภาพกลาดเคลื่อน ข้อ 1B (3)	64
52 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งภาพกลาดเคลื่อน ข้อ 1B	65
53 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดกลาดเคลื่อน ข้อ 1B	65
54 แสดงภาพจากคำถาม 2B	66

ภาพ	หน้า
55 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ คลาดเคลื่อน ข้อ 2B (1)	66
56 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ คลาดเคลื่อน ข้อ 2B (2)	67
57 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 2B	67
58 แสดงภาพจากคำถาม 3B	68
59 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3B (1)	68
60 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3B (2)	69
61 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งของภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3B	69
62 แสดงแนวคิดของนักศึกษามีเรื่องภาพที่เกิดบางส่วนถูกต้อง บางส่วน คลาดเคลื่อน ข้อ 3B	69
63 แสดงภาพจากคำถาม 4B	70
64 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ คลาดเคลื่อน ข้อ 4B (1)	71
65 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ คลาดเคลื่อน ข้อ 4B (2)	71
66 แสดงนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพจริง ข้อ 4B	71
67 แสดงภาพจากคำถาม 5B	72
68 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 5B	73
69 แสดงแนวคิดของนักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งโฟกัสถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ ข้อ 5B	73
70 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 5B.....	73
71 แสดงภาพจากคำถาม 6B	74
72 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 6B	75
73 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 6B	75

ภาพ	หน้า
74 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 6B	76
75 แสดงภาพจากคำถาม 7B	76
76 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพ คลาดเคลื่อน ข้อ 7B	77
77 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 7B	77
78 แสดงภาพจากคำถาม 8B	78
79 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องชนิดของกระจกเงาถูกต้อง แต่ไม่ครบ ถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 8B	79
80 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 8B	79
81 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องเหตุที่ใช้คลาดเคลื่อน ข้อ 8B	79
82 แสดงนักศึกษามีแนวคิดการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 1A (ซ้าย) ข้อ 2B (ขวา)	91
83 แสดงนักศึกษามีแนวคิดการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 2A (ซ้าย) ข้อ 2B (ขวา)	91
84 แสดงนักศึกษามีแนวคิดตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 6A (ซ้าย) ข้อ 6B (ขวา)	91
85 แสดงนักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน และตำแหน่ง การเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 7A (ซ้าย) ข้อ 7B(ขวา)	92
86 แสดงนักศึกษามีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 4A (ซ้าย) ข้อ 4B(ขวา)	93
87 แสดงนักศึกษามีแนวคิดการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3A (ซ้าย) ข้อ 3B (ขวา)	95

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มนุษย์มีการสร้างและสะสมองค์ความรู้มานับหลายพันปี มนุษย์มีความสงสัยหรือความอยากรู้อยากเห็นจึงพยายามค้นหาคำตอบ ซึ่งในอดีตมนุษย์แสวงหาคำตอบหลากหลายวิธีและคำตอบเหล่านั้นถูกสืบทอดต่อ ๆ กันมาเป็นความรู้ แต่ในปัจจุบันคำตอบของข้อสงสัยจะต้องผ่านหลักการและกระบวนการต่าง ๆ ที่สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้จนมีความเชื่อถือจึงจะสามารถกลายเป็นความรู้ที่เผยแพร่ให้มนุษย์ได้รับรู้ข้อเท็จจริง (บุญมี พันธุ์ไทย, 2557, หน้า 2)

คำว่าวิทยาศาสตร์ หรือ science มาจากคำว่า scientia ในภาษาละตินแปลว่าความรู้ ดังนั้น วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติรวมทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต และรวมถึงการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และองค์ความรู้ที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แสงจากดวงอาทิตย์เป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่มนุษย์มีข้อสงสัยมากมายมาตั้งแต่อดีต เพราะมนุษย์มีคุ้นเคยกับแสงจากดวงอาทิตย์มาอย่างยาวนานและมนุษย์ยังใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น แสงเป็นนาฬิกาชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก แสงทำให้พืชเจริญเติบโต แสงสามารถทำให้เกิดเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ แสงทำให้สิ่งมีชีวิตมองเห็นได้ แสงยังช่วยในการถนอมอาหาร เป็นต้น ดังนั้นแสงจึงเป็นความรู้ที่มนุษย์มีการสืบทอดมาอย่างต่อเนื่อง

การมองเห็นเป็นประโยชน์อย่างหนึ่งที่ได้จากแสงหรือการมีแสงทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถมองเห็นได้นั่นเอง การมองเห็นเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการดำเนินชีวิตมนุษย์ แต่กว่ามนุษย์จะรู้และเข้าใจเรื่องการมองเห็นก็มีการหาคำตอบผ่านหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ จนเข้าใจและได้ข้อเท็จจริงที่ว่าเราสามารถมองเห็น

ได้ คือ การมองเห็นวัตถุเกิดจากการที่แสงไปตกกระทบสิ่งต่าง ๆ แล้วเกิดการสะท้อนเข้าสู่ตาของคนเราและผ่านเข้าไปในลูกตา ไปทำให้เกิดภาพบนจอ (retina) ที่อยู่ด้านหลังของลูกตา ข้อมูลของวัตถุที่มองเห็นจะถูกส่งในรูปของกระแสประสาทจากเซลล์รับความรู้สึก (receptor cell) จะถูกส่งผ่านใยประสาท (nerve fiber) ของเซลล์ปมประสาท (nerve ganglion cells) มารวมเป็นเส้นประสาทคู่ที่ 2 (optic nerve) โดยแต่ละใยประสาทจะมีการเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบตามตำแหน่งที่มาจากเซลล์รับความรู้สึก (receptor cell) ในเรตินา เมื่อมาถึงบริเวณ optic chiasma ใยประสาทที่มาจากเรตินาด้านข้างจมูก จะมีการข้ามไปอยู่ในออฟติคแทรค (optic tract) ด้านตรงข้ามของ optic tract จะนำกระแสประสาทไปสู่ lateral geniculate body ในส่วนของ thalamus เพื่อเชื่อมกับเซลล์ประสาทตัวใหม่ จากนั้นกระแสประสาทจะถูกส่งผ่านไปสู่สมองด้านท้ายทอย (visual cortex) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็น (ดวงตาและการมองเห็น, 2553) ดังนั้นแสงและการมองเห็นจึงเป็นหน่วยความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการเรียนรู้มาตั้งแต่เด็กและถูกบรรจุลงในหลักสูตรการเรียนของแต่ละประเทศ เพื่อให้เด็กมีความเข้าใจเกี่ยวกับแสงและการมองเห็น ทั้งยังช่วยให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสงที่อยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น การเกิดรุ้งกินน้ำ การเกิดปรากฏการณ์ภาพลวงตา เป็นต้น

เรื่องแสงและการมองเห็นเป็นหน่วยในการเรียนรู้ขนาดใหญ่ที่มีการเรียนการสอนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา และการเกิดภาพจากกระจกเงาเป็นหน่วยย่อยในหน่วยที่ผู้เรียนจะต้องเข้าใจเพื่อให้สามารถอธิบายได้ว่าเรามองเห็นวัตถุบนกระจกเงาได้อย่างไร การเรียนรู้เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาในประเทศไทยผู้สอนจะเน้นการบรรยายตามหนังสือเรียน ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการท่องจำเนื้อหามากกว่าความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนและผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือการแก้ไขสถานการณ์อื่น ๆ ได้ (กุลธิดา สุวัชรกุลธร, 2556) ซึ่งมีสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง การเกิดภาพการกระจกเงา ดังนี้ (1) เกิดจากความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน (2) เกิดจากการทำความเข้าใจเนื้อหาของผู้เรียนเอง (3) เกิดจากครูผู้สอนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนอยู่แล้ว และ (4) เกิดจากเอกสาร หนังสือเรียน หรือสื่อต่าง ๆ ที่มีความผิดพลาด (พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2557) แนวคิดที่คลาดเคลื่อนเป็นสิ่งที่แก้ไขได้ยาก

และเมื่อเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนแล้วจะคงอยู่กับผู้เรียนเป็นเวลานาน หากไม่มีการแก้ไขแนวคิดจะส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเกิดการยอมรับแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องการเกิดภาพจากกระจกที่ถูกต้องลดลง เช่น เมื่อมองวัตถุในกระจกเงาราบผู้เรียนคิดว่าตำแหน่งภาพที่เกิดขึ้นจะเกิดบนกระจกเพราะผู้เรียนเห็นภาพบนกระจกภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบเป็นภาพจริงเพราะผู้เรียนภาพเหมือนวัตถุจึงคิดว่าเป็นภาพจริง เป็นต้น เรื่องการมองเห็นเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดในชีวิตประจำวันทุก ๆ วัน เมื่อผู้เรียนไม่สามารถอธิบายเรื่องการเกิดภาพได้ถูกต้อง การนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับเรื่องอื่น ๆ ก็ไม่สามารถทำได้ หรือทำให้เกิดผิดพลาด และไม่สามารถนำความรู้ไปต่อยอดได้หรือนำความรู้ไปต่อยอดแบบผิด ๆ

จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศพบว่าผู้เรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องการเกิดภาพจากกระจกหลังจากได้รับการเรียนการสอนและผู้เรียนยังไม่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในปรากฏการณ์ในโลกความจริงได้ (Chih, Shyang and Liang, 2002) และหลังจากการเรียนผู้เรียนจำนวนมากเมื่อมีการทดสอบด้วยกระจกเงาโค้งและเลนส์นูนไม่สามารถอธิบายหลักการ แนวคิด และรังสีการเกิดภาพได้ รวมทั้งผู้เรียนมีแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนคล้ายกัน (Goldberg and McDermott, 1985) นอกจากนี้ผู้เรียนที่มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกคลาดเคลื่อนแล้วยังมีผู้สอนและนักศึกษาฝึกสอนด้วยที่มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาคลาดเคลื่อน เช่น ผู้สอนส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาผิด ๆ และไม่สามารถระบุแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ (Mbewe, 2012) และนักศึกษามากกว่าครึ่งคิดว่าภาพที่มองเห็นจะอยู่ตรงกันข้ามกับวัตถุจริง (Heywood, 2005) ซึ่งสอดคล้องกับการค้นพบของ Goldberg and McDermott เป็นต้น

ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาของผู้เรียนและมีผลต่อการปรับเปลี่ยนแนวคิดของผู้เรียน ถ้าผู้สอนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนจะทำให้ผู้เรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนตามไปด้วย ดังนั้นสถาบันผลิตครูวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาให้มีสมรรถภาพที่จำเป็น 4 ประการดังนี้ (คณะกรรมการการวิจัยและการพัฒนาหลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี, 2524) คือ (1) สมรรถภาพด้านความรู้ คือ ความรู้ในเนื้อหาวิชา

วิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสอนผู้เรียน (2) สมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ การฝึกฝน การคิด การแก้ปัญหา การค้นคว้า เสาะแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ และความเชื่อถือได้ (3) สมรรถภาพด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดเห็นหรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อเนื้อหาวิชา และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบ และ (4) สมรรถภาพด้านวิชาชีพครู คือ ความสามารถด้านวิชาชีพครูที่เกี่ยวข้องกับการเขียนหลักสูตร การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เทคนิควิธีสอน จิตวิทยาครู การใช้คำถาม และการประเมินผลการเรียน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหงเป็น 4 คณะแรกที่ได้จัดตั้งขึ้นพร้อมกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง ตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยรามคำแหง พ.ศ. 2514 ซึ่งคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยได้เห็นถึงความสำคัญของการผลิตครูจึงต้องการผลิตบัณฑิตใหม่มีคุณภาพ มีคุณธรรมและจริยธรรม พัฒนาหลักสูตรใหม่มีความหลากหลาย ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ทั้งในระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสังคม รวมทั้งกระจายโอกาสเรียนรู้ ความก้าวหน้าทางวิชาการในระดับบัณฑิตศึกษาไปสู่ชุมชน สนับสนุนการจัดการศึกษาในรูปแบบของเครือข่ายการเรียนรู้ ร่วมมือและแลกเปลี่ยนความรู้ทาง วิชาการระหว่างสถาบันการศึกษา หน่วยงานอื่น ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน มีการจัดระบบประกันคุณภาพการศึกษาให้ได้มาตรฐานในทุกหน่วยงาน สนับสนุนการนำ เทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งสนับสนุนให้ บุคลากรทางการศึกษาสามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องมือต่าง ๆ ที่ทันสมัยได้ (มหาวิทยาลัยรามคำแหง, คณะศึกษาศาสตร์, 2557)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา ที่ประกอบด้วย กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งเว้า และกระจกเงาโค้งนูน ของนักศึกษาที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ว่ามีแนวคิดอย่างไร โดยใช้แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง และจำแนกแนวคิดของนักศึกษาออกเป็น 5 กลุ่ม

คำถามการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามของงานวิจัย คือ นักศึกษาของมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาที่ประกอบด้วย กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งเว้า และกระจกเงาโค้งนูนอย่างไร ?

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อศึกษาและจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา ที่ประกอบด้วย กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งเว้า และกระจกเงาโค้งนูน ของนักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ขอบเขตของการวิจัย

สถานที่ดำเนินการวิจัย คือ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ถนน รามคำแหง แขวง ห้วยหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักศึกษาของมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

เนื้อหาที่ใช้ในวิจัย คือ หลักการเกิดภาพจากกระจกที่ประกอบด้วย กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งเว้า และกระจกเงาโค้งนูน

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ตั้งแต่เดือน สิงหาคม-ตุลาคม 2561

นิยามศัพท์เฉพาะ

แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่เกิดจากการเรียนรู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคล ซึ่งได้ศึกษาข้อเท็จจริงและหลักการในทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาประมวลสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ ต่าง ๆ และแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายได้

แนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่เกิดจากการเรียนรู้ในเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาของแต่ละบุคคล ซึ่งได้ศึกษาข้อเท็จจริงและหลักการในทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาประมวลสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาพจากกระจกเงา เช่น การมองวัตถุผ่านกระจก การทำให้ภาพใหญ่ขึ้นโดยใช้กระจกเงา การทำให้ภาพเล็กลงโดยใช้กระจกเงา เป็นต้น และแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกสามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ที่หลากหลายในชีวิตประจำวัน

การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา 5 แบบ หมายถึง การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาออกเป็น 5 แบบ คือ กลุ่มที่ 1 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องทั้งหมดครบถ้วนสมบูรณ์ กลุ่มที่ 2 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ กลุ่มที่ 3 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องบางส่วนถูกต้อง บางส่วนคลาดเคลื่อน กลุ่มที่ 4 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาคลาดเคลื่อน และกลุ่มที่ 5 ไม่มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาหรือไม่ได้แสดงแนวคิดใด ๆ

นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาของมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ที่ลงทะเบียนในวิชาพฤติกรรมการสอน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หรือนักศึกษาที่ผ่านการเรียนหมวดวิชาศึกษาทั่วไป 31 หน่วยกิต วิชาบังคับ 51 หน่วยกิต และ วิชาเอกเลือก 18 หน่วยกิต หรือนักเรียนที่มีหน่วยกิต 100 หน่วยขึ้นไป ซึ่งนักศึกษาผ่านการเรียนวิชาฟิสิกส์และปฏิบัติการฟิสิกส์มาแล้ว

กระจกเงา หมายถึง กระจกที่มีการเคลือบสารบางชนิดด้านหลัง กระจกเงาจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งนูน และกระจกเงาโค้งเว้า ซึ่งกระจกเงาราบเป็นกระจกเงาที่มีลักษณะแบนราบ กระจกโค้งนูนมีลักษณะโค้งออก และกระจกเงาโค้งเว้ามีลักษณะโค้งเข้า ซึ่งกระจกเงาโค้งนูนและกระจกเงาโค้งเว้ามีส่วนประกอบ คือ จุดศูนย์กลางความโค้ง จุดโฟกัส รัศมีความโค้ง และความยาวโฟกัส

แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้ตอบมีอิสระในการตอบคำถามและการใช้ภาษาของผู้ตอบเองในการตอบคำถาม โดยจะใช้ประเมินเหตุการณ์ เหตุผล หรือแนวทางแก้ไขปัญหา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่ผู้วิจัยได้จากงานวิจัยนี้ คือ ทำให้ทราบแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา นักศึกษาของมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรม การสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐานมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอะไรบ้าง โดยนำแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมาปรับปรุงแก้ไขในชั่วโมงเรียนวิชาพฤติกรรม และผู้ที่สนใจสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการสอนเรื่องการเกิดภาพในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนมีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาที่ถูกต้องหรือลดการเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยนี้เป็นศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาที่ประกอบด้วย กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งเว้า และกระจกเงาโค้งนูน ของนักศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

1. ความหมายของแนวคิด
 - 1.1 ความหมายของแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ความหมายของแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา
2. การจำแนกแนวคิด
 - 2.1 การจำแนกแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพของกระจกเงา
3. การตรวจสอบแนวคิด
 - 3.1 แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถามเดียว
 - 3.2 แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถามชุด
 - 3.3 แบบทดสอบแบบคำถาม 2 ชั้น
 - 3.4 แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด
 - 3.5 แบบทดสอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง
 - 3.6 แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายโดยใช้แผนภาพความคิดหรือผังมโนทัศน์
 - 3.7 การสัมภาษณ์

4. หลักการการเกิดภาพจากกระจกเงา

4.1 กระจกเงาราบ

4.2 กระจกเงาโค้งนูน

4.3 กระจกเงาโค้งเว้า

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้สอนในต่างประเทศ

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนในต่างประเทศ

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนในประเทศไทย

ความหมายของแนวคิด

คำว่า concept ตามความหมายในพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2554 ได้ให้ความหมาย คือ “มโนทัศน์ มโนภาพ แนวคิด หรือ แนวความคิด” ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้คำว่า “แนวคิด” งานวิจัยมีหลากหลายประเภท เช่น งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยทางสถิติ งานวิจัยทางภาษาศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์จะใช้คำว่า “แนวคิดทางวิทยาศาสตร์”

ความหมายของแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีผู้ให้ความหมายแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ พ.ศ. 2514 จนถึงปัจจุบัน ดังนี้

Klopfer (อ้างถึงใน กรรณิกา แจ่มพินัย, 2535) ได้กล่าวว่า แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์หรือ สัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่าแนวคิดนั้นมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ

Jacobson and Bergman (อ้างถึงใน รัชญูรัตน์ แก้วศรีงาม, 2554) ได้กล่าวว่า แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางธรรมชาติ สามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย โดยจะพัฒนาแนวคิดจากสิ่งที่สำรวจตรวจสอบ ปฏิบัติทดลอง และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ และเชื่อมโยงสัมพันธ์ความเข้าใจนี้ไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ไปได้ในหลายวิชาหรือสถานการณ์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดสำคัญ (big ideas) ของวิทยาศาสตร์ และถือว่าแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนประกอบของสติปัญญาจากประสบการณ์หนึ่งไปยังอีกประสบการณ์หนึ่ง

กรรณิกา แจ่มพินัย (2535) ได้กล่าวว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดความเข้าใจ ซึ่งได้ศึกษาข้อเท็จจริงและหลักการในทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาประมวลสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล

ประยูทธ คงอินทร์ (2538) ได้กล่าวว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ข้อสรุปของลักษณะที่สำคัญของกลุ่มความคิด ความจริงของวัตถุหรือเหตุการณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะร่วมกันที่สำคัญของปัจจัยต่าง ๆ จากกลุ่มความคิดหรือความจริงที่มีจำนวนมากว่า

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) ได้กล่าวว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล แนวคิดเป็นกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้าเหล่านี้อาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้

เสงี่ยม ช่างเกวียน (2541) ได้กล่าวว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่เกิดจากความคิดความเข้าใจของบุคคลที่จะสรุปต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์

สุกัญญา เบญจมาศ (2544) ได้กล่าวว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ความเชื่อพื้นฐานหรือแนวทางในการมองสิ่งต่าง ๆ ของผู้เรียนเกี่ยวกับความเป็นไปตามธรรมชาติ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการรับรู้ในเชิงการอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล

เสาวลักษณ์ เหลืองดี (2552) ได้กล่าวว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งในวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยเหตุผล ข้อเท็จจริง มีหลักการ แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นไป

ธัญญรัตน์ แก้วศรีงาม (2554) ได้กล่าวว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด หลัก ความเข้าใจโดยสรุปที่บุคคลต่อวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมรอบอันเกิดจากการ จัดระบบข้อเท็จจริงและประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้รับ โดยความคิดหลักความเข้าใจ โดยสรุปนี้มีหลายระดับขั้น และสามารถพัฒนาได้

กุลธิดา สุวัชรกุลธร (2556) ได้กล่าวว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจในสิ่งที่เกิดจากการรับรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งร่วมกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ของแต่ละบุคคล จนสามารถสรุป หรือให้คำจำกัดความสิ่งนั้นได้

จากความหมายแนวคิดทางในวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้วจึงสรุปได้ว่า แนวคิด ในทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจที่เกิดจากการเรียนรู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์ ของแต่ละบุคคล ซึ่งได้ศึกษาข้อเท็จจริงและหลักการในทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมา ประมวลสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ และแนวคิดในทาง วิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายได้

ความหมายของแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา

แนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่เกิดจาก การเรียนรู้ในเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาของแต่ละบุคคล ซึ่งได้ศึกษาข้อเท็จจริงและ หลักการในทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาประมวลสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลเพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาพจากกระจกเงา เช่น การมองวัตถุผ่านกระจก การ ทำให้ภาพใหญ่ขึ้นโดยใช้กระจกเงา การทำให้ภาพเล็กลงโดยใช้กระจกเงา เป็นต้น และ แนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกสามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ที่หลากหลายใน ชีวิตประจำวัน

การจำแนกแนวคิด

มนุษย์มีมากมายหลายพันล้านคนทำให้แนวคิดมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละบุคคลหรือหน่วยงาน ดังนั้นจึงเกิดการจำแนกแนวคิดเพื่อให้ง่ายในการแยกแยะแนวคิด ซึ่งการจำแนกแนวคิดสามารถจำแนกได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการจำแนกและผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนที่อาจใช้เกณฑ์ในการจำแนกแนวคิดต่างกัน

การจำแนกแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์

เป็นการจำแนกประเภทแนวคิดออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยการจำแนกแนวคิดในงานวิจัยทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทยพบว่าสามารถสรุปลักษณะการจำแนกแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ได้ 2 ลักษณะ คือ การจำแนกแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์แบบ 4 กลุ่ม และการจำแนกแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 กลุ่ม ดังนี้

1. การจำแนกแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์แบบ 4 กลุ่ม มีบุคคลจัดกลุ่มแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ กรรณิกา แจ่มพินัย (2535), Brickhouse (2000), Baxter and Lederman (1999) และ ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ และ วรณทิพา รอดแรงคำ (2552)

1.1 กลุ่มที่ 1 แนวคิดถูกต้องตามแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ (sound understanding) หมายถึง ตอบและให้เหตุผลได้สอดคล้องกับแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ ทุกองค์ประกอบ

1.2 กลุ่มที่ 2 แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (partial understanding) หมายถึง ตอบและให้เหตุผลสอดคล้องกับแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

1.3 กลุ่มที่ 3 แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (limited understanding) หมายถึง ตอบและให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์

1.4 กลุ่มที่ 4 แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง (misunderstanding) หมายถึง ไม่ตอบคำถามหรือไม่เขียนเหตุผล หรือตอบโดยที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม

2. การจำแนกแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 กลุ่ม มีบุคคลจัดกลุ่มแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ เสาวลักษณ์ เหลืองดี (2536), Atwood and Atwood (1996), Chih, Shyang and Liang (2002) และ กุลธิดา สุวัชรกุลธร (2556)

2.1 กลุ่มที่ 1 แนวคิดถูกต้องตามแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ (sound understanding หรือ complete understanding) หมายถึง ตอบและให้เหตุผลได้สอดคล้องกับแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ

2.2 กลุ่มที่ 2 แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (partial understanding หรือ complete explanation) หมายถึง ตอบและให้เหตุผลสอดคล้องกับแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

2.3 กลุ่มที่ 3 แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน แต่มีแนวคิดบางส่วนคลาดเคลื่อน (partial understanding with a specific misconception) หมายถึง ตอบและให้เหตุผลสอดคล้องกับแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และมีแนวคิดบางส่วนไม่ถูกต้องตามแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์

2.4 กลุ่มที่ 4 แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องหรือมีแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนทั้งหมด (specific misconception หรือ complete misunderstanding) หมายถึง ตอบและให้เหตุผลไม่ถูกต้องตามแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์

2.5 กลุ่มที่ 5 ไม่มีแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ (no response) หมายถึง ไม่ตอบคำถามใด ๆ

การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา

การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดของกระจกเงาจะคล้ายกับการจำแนกแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์ แต่จะแตกต่างกันตรงที่การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาจะเจาะลึกลงไปในเรื่องเกิดภาพจากกระจกเงาเท่านั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาแบบ 5 กลุ่ม เพราะผู้วิจัยสามารถจำแนกแนวคิดของนักศึกษาได้อย่างชัดเจน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กลุ่มที่ 1 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องทั้งหมดครบถ้วนสมบูรณ์
2. กลุ่มที่ 2 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
3. กลุ่มที่ 3 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องบางส่วนถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อน
4. กลุ่มที่ 4 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาคลาดเคลื่อน
5. กลุ่มที่ 5 ไม่มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาหรือไม่ได้แสดงแนวคิดใด ๆ

การตรวจสอบแนวคิด

การตรวจสอบแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์เป็นการตรวจสอบที่พิจารณาหาเหตุผล การแยกแยะและสรุปลักษณะจนเกิดเป็นแนวคิด การตรวจสอบแนวคิดสามารถใช้แบบทดสอบต่าง ๆ ซึ่งแบบทดสอบมีหลากหลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบเลือกตอบ แบบคำถามเดียว แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถามชุด แบบวัดทดสอบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายโดยใช้แผนภาพความคิดหรือผังมโนทัศน์ และการสัมภาษณ์ เป็นต้น

แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถามเดียว

เป็นแบบทดสอบที่มีตัวเลือกให้เลือกตอบ มี 2 ลักษณะ คือลักษณะที่มีสถานการณ์และลักษณะที่ไม่มีสถานการณ์ ลักษณะที่มีสถานการณ์และลักษณะที่ไม่มีสถานการณ์ประกอบด้วย คำถาม 1 คำถาม และตัวเลือก ซึ่งแบบทดสอบแนวคิดนี้นิยมใช้กันมาก แนวคิดแต่ละข้อจะแยกออกจากกันอย่างอิสระ และสามารถสร้างได้ครอบคลุมทุกเนื้อหาและพฤติกรรมสมอง แต่ไม่เหมาะสมกับการทดสอบความคิด

สร้างสรรค์และความคิดเห็น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 27)

แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถามชุด

เป็นแบบทดสอบที่ใช้สถานการณ์ชุดเดียวกันเป็นข้อมูลในการตอบได้หลายคำถาม แบบทดสอบประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่มีมากกว่า 1 คำถาม และตัวเลือก โดยแบบทดสอบแนวคิดนี้เป็นแบบทดสอบที่แก้ไขปัญหาจากข้อมูลในสถานการณ์ที่กำหนด ผู้ตอบจะพิจารณาข้อมูลที่มีให้เพื่อคิดหาคำตอบอย่างรวดเร็ว สามารถใช้วัดแนวคิดขั้นสูงในลักษณะการคิดแก้ไขปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 30)

แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น

เป็นแบบทดสอบที่ใช้สถานการณ์ชุดเดียวกันเป็นข้อมูลในการตอบคำถาม 2 คำถาม ซึ่งคำถามที่ 2 มีความต่อเนื่องกับคำถามที่ 1 โดยให้บอกเหตุผลของการตอบคำถามที่ 1 ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 ให้บอกเหตุผลของการตอบคำถามที่ 1 โดยเลือกเหตุผลจากตัวเลือกที่กำหนดให้ และลักษณะที่ 2 ให้บอกเหตุผลของการตอบคำถามที่ 1 โดยเขียนอธิบายเหตุผล การสร้างตัวลงของคำถามจะได้มาจากการสำรวจแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 32)

แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด

เป็นแบบทดสอบที่มีตัวเลือก 2 ตัวเลือกเท่านั้น คือ ถูกและผิด แบบทดสอบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ คำสั่งและข้อความที่ให้พิจารณาว่าถูกหรือผิด โดยทั่วไปคำสั่งจะกำหนดให้ใส่เครื่องหมายถูกหรือผิดหน้าข้อความนั้น ๆ แบบทดสอบนี้สามารถพัฒนาได้ง่ายและรวดเร็ว แต่มีโอกาสที่จะเดาคำตอบได้ถูกต้องมีมากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 38)

แบบทดสอบตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง

เป็นแบบทดสอบที่ผู้ตอบมีอิสระในการตอบคำถามและการใช้ภาษาของผู้ตอบเองในการตอบคำถาม โดยจะใช้ประเมินเหตุการณ์ เหตุผล หรือแนวทางแก้ไขปัญหา การสร้างแบบทดสอบตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียงต้องใช้สถานการณ์ คำถาม และพฤติกรรมที่ต้องประเมินให้มีความสอดคล้องกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 45-47) แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1

การสร้างแบบทดสอบตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง

สถานการณ์	คำถาม	พฤติกรรมที่ต้องการประเมิน
1. กำหนดเหตุการณ์ บทความ แนวความ คิด หรือข้อความ	ให้แปลความหมายเหตุการณ์ หรือให้เหตุผลสนับสนุนหรือ โต้แย้งหรือให้เสนอแนวทาง ในการแก้ปัญหา	1. การแก้ปัญหา 2. การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ 3. การตัดสินใจ 4. การคิดสร้างสรรค์
2. กำหนดตารางข้อมูล หรือกราฟ	ให้อธิบายความหมายข้อมูล หรือเพิ่มเติมข้อมูลที่มีความ เป็นไปได้	1. การแปลความหมายข้อมูล 2. การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ข้อมูล 3. การสรุปความรู้ 4. การนำความรู้ไปใช้
3. กำหนดเครื่องมือ หรือวัสดุและ อุปกรณ์การทดลอง	ให้ออกแบบการทดลองเพื่อ ทดสอบสมมติฐาน	1. การกำหนดปัญหา 2. การตั้งสมมติฐาน 3. ทดสอบสมมติฐาน

ตาราง 1 (ต่อ)

สถานการณ์	คำถาม	พฤติกรรมที่ต้องการประเมิน
4. กำหนดภาพแสดง วิธีการทดลอง มากกว่า 1 กลุ่ม ซึ่ง มีวิธีการปฏิบัติที่ แตกต่างกัน	ให้เปรียบเทียบ เลือกวิธีการ ทดลอง และให้เหตุผลที่เลือก วิธีทดลองนั้น ๆ	1. การกำหนดปัญหา สมมติฐาน และตัวแปร 2. การออกแบบการทดลอง 3. การแปลความหมายข้อมูล 4. การอภิปรายและข้อสรุป
5. กำหนดข้อมูลการ ทดลองซึ่งประกอบ ด้วยวิธีทดลองและ ผลการทดลอง	ให้พิจารณาความเป็นไปได้ ของข้อมูลหรือให้ทำนายผล	1. การคิดวิเคราะห์ห้วิจารณ์ 2. การสังเคราะห์ การให้ เหตุผล 3. การคิดเชื่อมโยงหรือ ถ่ายโอนความรู้ 4. การสรุปความรู้

ลักษณะที่ดีของแบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง ควรมีลักษณะดังนี้ (1) ใช้ในคำถามที่เข้าใจง่าย กระชับและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (2) คำถามไม่ควรมีจำนวนมากเกินไปจนทำให้ผู้ตอบเบื่อหน่ายหรือเหนื่อยล้า (3) ข้อคำถามต้องเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง คือ ต้องคำนึงถึงระดับการศึกษา ความสนใจ สภาพเศรษฐกิจ ฯลฯ และ (4) คำตอบที่ได้จากแบบสอบถาม ต้องสามารถนำมาแปลงออกมาในรูปของปริมาณและใช้สถิติอธิบายข้อเท็จจริงได้ ควรคำนึงถึงวิธีการประมวลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลได้

แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายโดยใช้แผนภาพความคิดหรือผังมโนทัศน์

แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแนวคิดหรือผังมโนทัศน์ในการสร้างองค์ความรู้ การวิเคราะห์องค์ประกอบ การให้นิยามหรือให้ความหมายสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในระหว่างการเขียนแผนความคิดหรือผังมโนทัศน์ ผู้เรียนจะได้อ่านงานของตนเองซ้ำ ๆ และตั้งคำถามเพื่อสร้างความเชื่อมโยงของแนวคิดหรือมโนทัศน์จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและเกิดการคิดสร้างสรรค์ การให้คะแนนจะกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (1) ให้คะแนนความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ ได้อย่างมีความหมาย และ (2) ให้คะแนนความสามารถในการคิดที่ใช้ประสบการณ์ ความรู้ ความคิดที่กว้างขึ้น โดยที่สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และสร้างความเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่อยู่ในต่างกลุ่มกันได้ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 49-51)

จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการตรวจสอบแนวคิดสามารถทำได้หลายวิธี สำหรับการศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง โดยกำหนดบทความหรือเหตุการณ์เพื่อให้ผู้ตอบวิเคราะห์หาคำตอบจากประสบการณ์เดิมหรือตอบตามแนวคิดที่ผู้ตอบเข้าใจ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์แนวคิดที่หลากหลายและสามารถอธิบายแนวคิดได้อย่างชัดเจน

การสัมภาษณ์

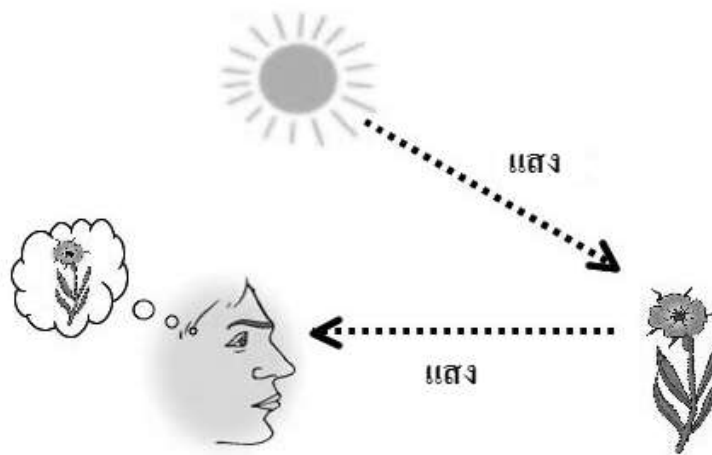
เป็นกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ให้สัมภาษณ์ โดยทั่วไปจำแนกการสัมภาษณ์เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 125)

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นรูปแบบที่มีการกำหนดประเด็นและคำถามที่จะใช้ในการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามเดียวกัน และมีลำดับคำถามในการสัมภาษณ์เหมือนกัน การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างช่วยให้ผู้สัมภาษณ์ถามในประเด็นที่ต้องการโดยไม่ออกนอกเรื่อง ไม่เกินขอบเขตที่กำหนดไว้ และข้อมูลที่ได้จากผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละคนสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นรูปแบบที่มีการกำหนดเพียงประเด็นหลักที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ไม่มีการกำหนดคำถามในการสัมภาษณ์ที่แน่นอนตายตัว หรือมีการกำหนดคำถามไว้เพียงบางส่วน การสัมภาษณ์จะมีความยืดหยุ่น ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการถาม นอกจากนี้ผู้สัมภาษณ์สามารถปรับเปลี่ยนคำถามให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละคนได้

หลักการการเกิดภาพจากกระจกเงา

มนุษย์เราสามารถมองเห็นภาพต่าง ๆ ได้ เกิดจากแสงจากวัตถุสะท้อนมาเข้าตาเรา ดังภาพ 1 ดังนั้นเมื่อเราเห็นภาพในกระจกเงา ก็แสดงว่ามีแสงจากภาพตกกระทบกระจกเงาแล้วสะท้อนแสงนั้นสู่ดวงตาของเรา ซึ่งกระจกเงาแบ่งออกเป็น 3 ประเภท กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งนูน และกระจกเงาโค้งเว้า การเกิดภาพจากกระจกเงาแต่ละประเภทจะมีหลักการแตกต่างกันไป (หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3, 2548)

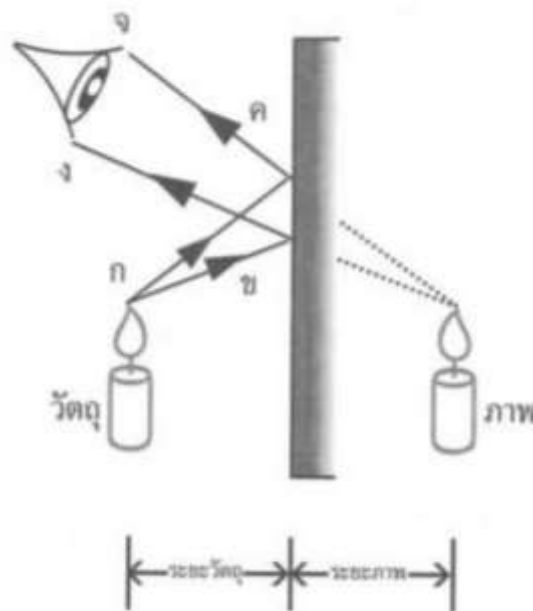


ภาพ 1 แสดงการมองเห็นวัตถุ

กระจกเงาราบ

เป็นกระจกที่มีการฉาบด้วยปรอทด้านหลัง เมื่อวางมองเข้าไปในกระจกเงาราบจะเห็นภาพวัตถุปรากฏขึ้น โดยภาพที่เห็นนี้เกิดจากการตกกระทบของแสงจากวัตถุเข้าสู่

กระจกและสะท้อนมายังตาของเรา ซึ่งระยะที่ลากจากวัตถุไปตั้งฉากกับผิวกระจกเงาราบ เรียกว่า ระยะวัตถุ และระยะที่ลากจากภาพไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะภาพ ดัง ภาพ 2



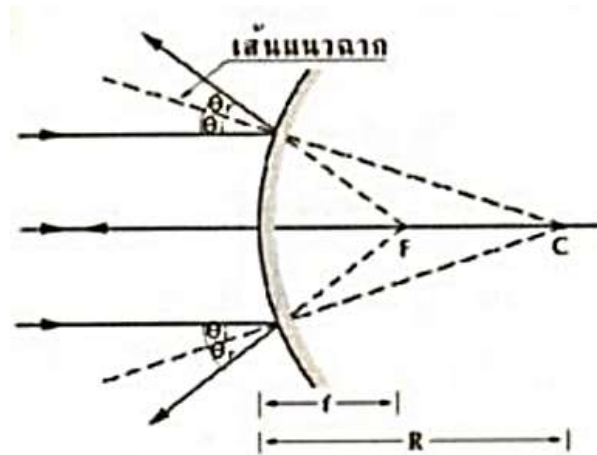
ภาพ 2 แสดงระยะวัตถุและระยะภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ

ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบจะมีขนาดเท่ากับวัตถุ ภาพที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า ภาพเสมือน จะปรากฏให้เห็นข้างหลังกระจก ภาพเสมือนจะเหมือนภาพจริงทุกประการ แต่ภาพที่เกิดจะกลับจากซ้ายเป็นขวาและจากขวาเป็นซ้าย และภาพที่เกิดไม่ต้องใช้ฉากมารับรับภาพ เช่น ภาพเกิดจากแว่นขยาย ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ เป็นต้น ถ้าเรามองที่ด้านหลังของกระจกเงาระนาบเราจะไม่เห็นภาพ เนื่องจากภาพเสมือนนี้เพียงปรากฏให้เห็นหลังกระจก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548)

กระจกเงาโค้งนูน

เป็นกระจกโค้งที่มีผิวโค้งออกและด้านหลังมีการฉาบปรอท กระจกเงาโค้งนูนมีนั้นคุณสมบัติสะท้อนแสงออกและให้ภาพเสมือนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังภาพ 3 เมื่อมองกระจกโค้งนูนจะเกิดภาพเสมือนที่มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ อยู่หลังกระจกเท่านั้น

เนื่องจากรังสีของแสงจะขนานกับแกนमुखสำคัญไปกระทบกับกระจกโค้งนูนและเกิดการสะท้อนของแสงออกไป เมื่อต่อแนวรังสีเสมือนออกไปด้านหลังกระจกนูนจะไปตัดกันที่จุดโฟกัส

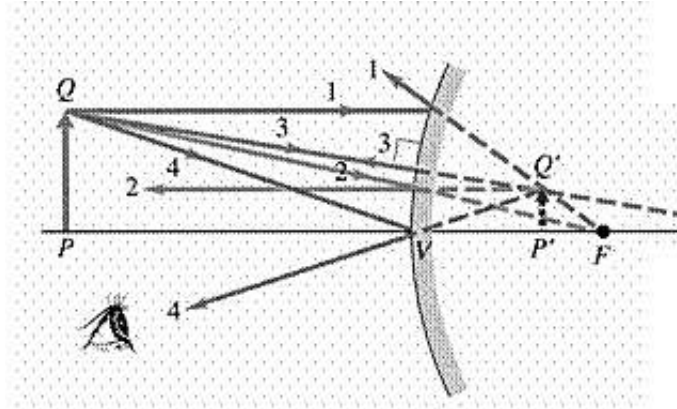


ภาพ 3 แสดงการสะท้อนแสงของกระจกเงาโค้งนูน

กระจกเงาโค้งนูนเป็นส่วนหนึ่งของทรงกลม มีส่วนประกอบ คือ (1) จุดศูนย์กลางความโค้ง (C) เป็นจุดศูนย์กลางของทรงกลม (2) ระยะระหว่างกระจกเงาถึงจุดศูนย์กลางความโค้งเรียกว่า รัศมีความโค้ง (R) (3) จุดโฟกัส (F) เป็นจุดที่อยู่กึ่งกลางระหว่างกระจกเงาและจุดศูนย์กลางความโค้ง (4) ระยะระหว่างกระจกเงาถึงจุดโฟกัสจะเรียกว่า ความยาวโฟกัส (f) และ (5) แกนमुखสำคัญเป็นเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง จุดโฟกัส ไปยังกระจกเงา

การเขียนรังสีการเกิดภาพ คือ (1) ลากรังสีขนานแกนमुखสำคัญจากวัตถุไปยังกระจกเงาโค้งนูน และเกิดการสะท้อนออกไปตามกฎการสะท้อนของแสง โดยรังสีเสมือนจะลากมาตัดที่จุดโฟกัสด้านหลังกระจกเงาโค้งนูน (2) ลากรังสีไปตัดจุดโฟกัสด้านหลังกระจกเงาโค้ง แต่เมื่อรังสีไปตกกระทบกระจกเงาโค้งนูนจะเกิดการสะท้อนกลับมา โดยขนานกับแกนमुखสำคัญ (3) ลากรังสีไปตัดจุดศูนย์กลางความโค้งที่อยู่หลังกระจกเงาโค้งนูน (4) ลากรังสีไปยังจุดตัดระหว่างแกนमुखสำคัญกับกระจก และ (5) จุดตัดของรังสีจะเป็นตำแหน่งภาพที่เกิดขึ้น โดยที่แนวรังสีตัดกันหลังกระจกจะเรียกว่า

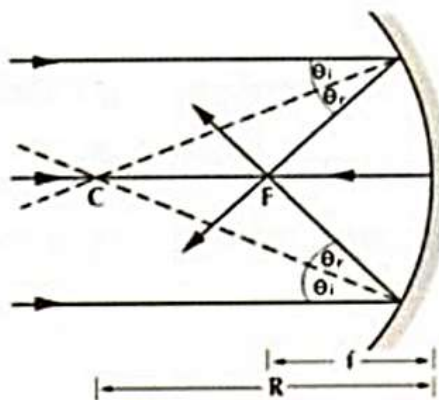
ภาพเสมือน และเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ส่วนขนาดของวัตถุจะแตกต่างกันไปตามตำแหน่งการวางวัตถุ แสดงดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงขั้นตอนการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งนูน

กระจกเงาโค้งเว้า

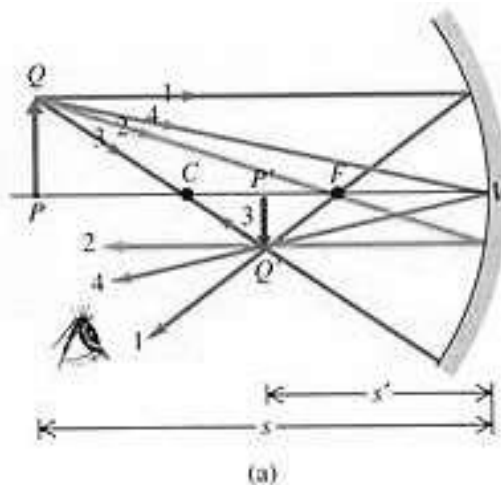
เป็นกระจกโค้งที่มีผิวโค้งเข้าและด้านหลังมีการฉาบปรอท กระจกเงาโค้งเว้าจะมีคุณสมบัติสะท้อนแสงเข้า ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเว้าจะเกิดได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน โดยภาพจะเกิดจากรังสีของแสงจะขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญไปกระทบกับกระจกโค้งเว้าและเกิดการสะท้อนมาตัดกันที่จุดโฟกัสหน้ากระจกเว้า ดังภาพ 5 โดยภาพที่เกิดขึ้นจะมีทั้งภาพจริงมีทั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ ขนาดเท่าวัตถุและขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่หน้ากระจก แต่เกิดภาพเสมือนจะมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่หลังกระจกเท่านั้น ซึ่งภาพจริงจะใช้ฉากในการรับภาพ ส่วนภาพเสมือนไม่ต้องใช้ฉากในการรับภาพ



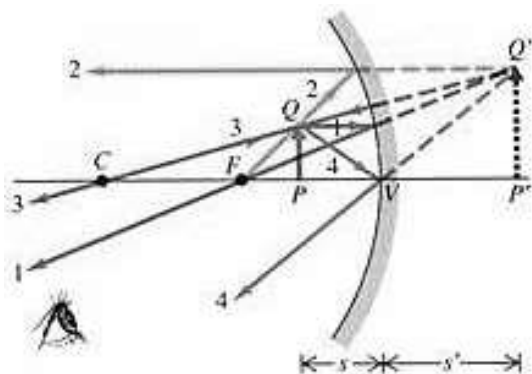
ภาพ 5 แสดงการสะท้อนแสงของกระจกเงาโค้งนูน

กระจกเงาโค้งเว้าเป็นส่วนหนึ่งของทรงกลม มีส่วนประกอบ คือ (1) จุดศูนย์กลางความโค้ง (C) เป็นจุดศูนย์กลางของทรงกลม (2) ระยะระหว่างกระจกเงาถึงจุดศูนย์กลางความโค้งเรียกว่า รัศมีความโค้ง (R) (3) จุดโฟกัส (F) เป็นจุดที่อยู่กึ่งกลางระหว่างกระจกเงาและจุดศูนย์กลางความโค้ง (4) ระยะระหว่างกระจกเงาถึงจุดโฟกัสเรียกว่า ความยาวโฟกัส (f) และ (5) แกนमुखสำคัญเป็นเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง จุดโฟกัส ไปยังกระจกเงา

การเขียนรังสีการเกิดภาพ คือ (1) ลากรังสีขนานแกนमुखสำคัญจากวัตถุไปยังกระจกเงาโค้งเว้า และเกิดการสะท้อนออกไปตามกฎการสะท้อนของแสง โดยรังสีเสมือนจะลากมาตัดที่จุดโฟกัสด้านหน้ากระจกเงาโค้งเว้า (2) ลากรังสีไปตัดจุดโฟกัสด้านหลังกระจกเงาโค้งเว้า (3) ลากรังสีไปตัดจุดศูนย์กลางความโค้งที่อยู่หน้ากระจกเงาโค้งเว้า (4) ลากรังสีไปยังจุดตัดระหว่างแกนमुखสำคัญกับกระจกและเกิดการสะท้อน (5) จุดตัดของรังสีจะเป็นตำแหน่งภาพที่เกิดขึ้น โดยที่แนวรังสีตัดกันหลังกระจกจะเรียกว่า ภาพเสมือน และเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ดังภาพ 6 และส่วนขนาดของวัตถุจะแตกต่างกันไปตามตำแหน่งการวางวัตถุ และแนวรังสีตัดกันหน้ากระจกจะเรียกว่า ภาพจริงหัวกลับ ส่วนขนาดของวัตถุจะแตกต่างกันไปตามตำแหน่งการวางวัตถุ ดังภาพ 7



ภาพ 6 แสดงขั้นตอนการเกิดภาพจากจากกระจกเงาโค้งเว้าที่ได้ภาพจริง



ภาพ 7 แสดงขั้นตอนการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งเว้าที่ได้ภาพเสมือน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้สอนในต่างประเทศ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนในต่างประเทศ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนในประเทศไทย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้สอนในต่างประเทศ

มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ (1) การจัดการเรียนการสอนชั้นประถมศึกษาของนักศึกษาฝึกสอนเกี่ยวกับแสง (Heywood, 2005) พบว่าแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องแสงเป็นสิ่งที่แก้ไขยาก แม้จะผ่านการเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญ และ (2) การศึกษาความคุ้นเคย ความสนใจ ประสิทธิภาพในการดำเนินการสอน แนวคิดและความรู้เรื่องแสง ของครูมัธยมศึกษาตอนต้น (Mbewe, 2012) พบว่าครูผู้สอนมีความคุ้นเคยเรื่องแสงและมีความสนใจในการเรียนรู้เพิ่มเติมเรื่องแสงมากขึ้น แต่พวกเขามีแนวคิดและความรู้เรื่องแสงน้อย มีรายละเอียดของงานวิจัย 2 เรื่อง ดังตาราง 2

ตาราง 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้สอนในต่างประเทศ 2 เรื่อง

หัวข้อ	งานวิจัย 1	งานวิจัย 2
ชื่องานวิจัย	การจัดการเรียนการสอนชั้นประถมศึกษาของนักศึกษาฝึกสอนเกี่ยวกับแสง (Heywood, 2005)	การศึกษาความคุ้นเคย ความสนใจ ประสิทธิภาพในการดำเนินการสอน แนวคิดและความรู้เรื่องแสงของครูมัธยมศึกษาตอนต้น (Mbewe, 2012)
กลุ่มตัวอย่าง / ประชากร	นักศึกษาฝึกสอน 55 คน ในการเรียนครูชั้นประถมศึกษาหลักสูตร 4 ปี	ครูวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้นที่เข้าร่วมโครงการ 66 คน
เครื่องมือ	คำถามปลายเปิด 3 ข้อ	เครื่องมือ 4 แบบ คือ 1. แบบสอบถามความคุ้นเคยและความสนใจ 2. แบบทดสอบแนวคิด 3. แบบทดสอบคำถาม 2 ชั้น 4) แบบสอบถามการรับรู้ความเข้าใจคลาดเคลื่อน
ผลวิจัย	1. นักศึกษา 58.8 % คิดว่าภาพจากกระจกเงาราบที่มองเห็นจะอยู่ตรงกันข้ามกับวัตถุจริง 2. นักศึกษา 95 % คิดว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรง 3. นักศึกษา 53 % คิดว่าแสงจากวัตถุสะท้อนกระจกเข้าหากระจกและเข้าตาที่มุมเท่ากัน	1. ครูผู้สอนมีความคุ้นเคยเรื่องแสงและมีความสนใจในการเรียนรู้เพิ่มเติมเรื่องแสงมากขึ้น แต่พวกเขามีแนวคิดและความรู้เรื่องแสงน้อย 2. ครูบางส่วนระบุความเข้าใจคลาดเคลื่อนในบางสถานการณ์ได้และยังแนะนำการสอนเพื่อรับมือเกี่ยวกับแนวคิด

ตาราง 2 (ต่อ)

หัวข้อ	งานวิจัย 1	งานวิจัย 2
ผลวิจัย	งานวิจัยนี้พบว่าแนวคิด คลาดเคลื่อนเรื่องแสงเป็นสิ่งที่ แก้ไขยาก แม้จะผ่านการเรียน มาแล้ว โดยเฉพาะไม่ใช่ ผู้เชี่ยวชาญ	คลาดเคลื่อนในห้องเรียน วิทยาศาสตร์ แต่ส่วนใหญ่ไม่ได้ ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการสอน เรื่องแสง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนในต่างประเทศ

มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ (1) การตรวจสอบความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับการเกิดภาพจริงโดยเลนส์นูนและกระจกเว้า (Goldberg and McDermott, 1985) พบว่าหลังจากการเรียนนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ หลักการเกิดภาพและการเขียนรังสีการเกิดภาพ นักศึกษามีแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนเหมือนกัน แต่หลังเรียนนักศึกษาพยายามอธิบายการเกิดภาพที่เกิดขึ้น และ (2) การใช้แบบทดสอบ 2 ชั้นเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องการเกิดภาพบนกระจกเงาราบ (Chih, Shyang and Liang, 2002) พบว่าผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน แม้เคยผ่านการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาก่อน เห็นได้ชัดว่าผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และเมื่อเทียบแบบทดสอบจากงานวิจัยนี้กับแบบทดสอบที่ออกแบบโดย Goldberg and McDermott (1986) พบว่าแบบทดสอบนี้มีแนวคิดคลาดเคลื่อนน้อยกว่า มีรายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนในต่างประเทศ 2 เรื่อง

หัวข้อ	งานวิจัย 1	งานวิจัย 2
ชื่องานวิจัย	การตรวจสอบความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับการเกิดภาพจริงโดยเลนส์นูนและกระจกเว้า (Goldberg & McDermott, 1986)	การใช้แบบทดสอบคำถาม 2 ชั้น เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องการเกิดภาพบนกระจกเงาราบ (Chih, Shyang and Liang, 2002)
กลุ่มตัวอย่าง /ประชากร	นักศึกษาปริญญาตรีในวิชาฟิสิกส์ เบื้องต้น 80 คน จากมหาวิทยาลัย Washington	นักเรียนมัธยมปลายในไต้หวัน จำนวน 317 คน
เครื่องมือ	การสัมภาษณ์ด้วยคำถาม 8 คำถาม ที่เหมือนกันทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ประกอบด้วย (1) เมื่อขยับเลนส์นูน (2) เมื่อปิดครึ่งหนึ่งของเลนส์นูน (3) เมื่อพื้นหลังของเลนส์นูนขยับ (4) เมื่อนำพื้นหลังเลนส์นูนออก (5) เมื่อขยับกระจกเว้า (6) เมื่อปิดครึ่งหนึ่งของกระจกเว้า (7) เมื่อพื้นหลังของกระจกเว้าขยับ (8) เมื่อนำพื้นหลังกระจกเว้าออก	แบบทดสอบ 2 ชั้น จำนวน 8 ข้อ โดยพัฒนามาจากคำถามปลายเปิดที่เกิดจากความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดภาพบนกระจกเงาราบ

ตาราง 3 (ต่อ)

หัวข้อ	งานวิจัย 1	งานวิจัย 2
ผลวิจัย	1. หลังจากการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ หลักการเกิดภาพ และการเขียนรังสีการเกิดภาพ นักศึกษามีแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนเหมือนกัน แต่หลังเรียน ผู้เรียนพยายามอธิบายการเกิดภาพที่เกิดขึ้น 2. นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้มาอธิบายการเกิดภาพได้ 3. นักศึกษาจำนวนมากไม่เข้าใจ ความสำคัญของรังสีการเกิดภาพ แม้บางคนจะเข้าใจการเกิดรังสี	1. ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน แม้เคยผ่านการเรียน วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาก่อน เห็นได้ชัดว่าผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้กับ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ 2. เมื่อเทียบแบบทดสอบจาก งานวิจัยนี้กับแบบทดสอบที่ ออกแบบโดย Goldberg and McDermott (1986) พบว่า แบบทดสอบนี้มีแนวคิด คลาดเคลื่อนน้อยกว่า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนในประเทศไทย

มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ (1) การวิเคราะห์แนวคิดที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ (กรรณิกา แจ่มพินัย, 2535) พบว่าแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการกระจายของแสง ตาและการมองเห็นสี การผสมสารสี การซ้อนทับกันของคลื่น และการสะท้อนของคลื่น ซึ่งเรียงลำดับความคลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย (2) แนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางฟิสิกส์ในวิชาแสงที่ได้จากพิจารณาคำตอบอย่างเดียวกับวิธีที่พิจารณาทั้งคำตอบและเหตุผลของนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มโรงเรียนที่ 5 (โสภณพรหม แสงศัพท์, 2538) พบว่าผู้เรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแสงและการมองเห็น คุณสมบัติของแสง การเกิดภาพจากกระจกเงาราบและเลนส์นูน การสะท้อนของแสง และการเกิดเงา (3) การสำรวจแนวคิดเรื่องแสงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร (ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ, 2552) จากแนวคิด 6 แนวคิดได้แก่ ธรรมชาติ

ของแสง การเกิดภาพจากกระจกและเลนส์ การหักเหของแสง แสงสี ทัศนอุปกรณ์และการมองเห็น พบว่าผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนทุกแนวคิด โดยแนวคิดที่นักเรียนคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเรื่องแสงสี รองลงมาเรื่องการหักเหของแสง การเกิดภาพจากกระจกเงาราบและเลนส์ (4) การติดตามการสอนซ่อมเสริมในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแสง โดยใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนแนวคิดของโพสเนอร์และคณะ (เสถียร ช่างเกียร, 2541) พบว่าการใช้การสอนโดยใช้กลวิธีการสอนของโพสเนอร์และคณะสามารถลดจำนวนผู้เรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนได้ แต่บางส่วนยังคงมีแนวคิดที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเหมือนเดิม และ (5) การพัฒนาแนวคิดและการถ่ายโอนแนวคิดเรื่องแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (กุลธิดา สุวัชรกุลธร, 2556) พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาแนวคิดเพิ่มขึ้น โดยผู้เรียนมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกแนวคิด โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง ภาพที่เกิดจากกระจกเว้า นิยามความลึกจริง ความลึกปรากฏ และลักษณะของเลนส์นูนและเลนส์เว้า แต่พบว่ามีเพียงแนวคิดเดียวเท่านั้นที่ผู้เรียนไม่สามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ คือ แนวคิดเรื่องการสะท้อนกลับหมด มีรายละเอียดงานวิจัย 5 เรื่อง ดังตาราง 4-6

ตาราง 4

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนในประเทศไทย 1

หัวข้อ	งานวิจัย 1	งานวิจัย 2
ชื่องานวิจัย	การวิเคราะห์แนวคิดที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ (กรณีศึกษา แจ่มหมื่นไวย, 2535)	แนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางฟิสิกส์ในวิชาแสง (โสภณพรณ แสงศัพท์, 2538)
กลุ่มตัวอย่าง/ประชากร	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากกลุ่มโรงเรียนทั้งหมด 8 กลุ่มโรงเรียน จำนวน 330 คน	นักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 382 คน

ตาราง 4 (ต่อ)

หัวข้อ	งานวิจัย 1	งานวิจัย 2
เครื่องมือ	แบบทดสอบ 4 ตัวเลือก	แบบทดสอบแบบปรนัยทั้ง คำตอบและเหตุผลจำนวน 21 ข้อ
ผลวิจัย	พบว่าแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง การกระจายของแสง ตาและการ มองเห็นสี การผสมสารสี การ ซ้อนทับกันของคลื่น และการ สะท้อนของคลื่น ซึ่งเรียงลำดับความ คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย	ผู้เรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับแสงและการมองเห็น คุณสมบัติของแสง การเกิดภาพ จากกระจกเงาราบและเลนส์นูน การสะท้อนของแสง และการ เกิดเงา

ตาราง 5

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนในประเทศไทย 2

หัวข้อ	งานวิจัย 3	งานวิจัย 4
ชื่องานวิจัย	การสำรวจแนวคิดเรื่องแสง (ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ และวรรณ ทิพา รอดแรงคำ, 2552)	การสอนซ่อมเสริมเรื่องแสง โดย ใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎีการ เปลี่ยนแนวคิดของโพสเนอร์ และคณะ (เสงี่ยม ช่างเกวียน, 2541)
กลุ่มตัวอย่าง /ประชากร	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 144 คน	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน

ตาราง 5 (ต่อ)

หัวข้อ	งานวิจัย 3	งานวิจัย 4
เครื่องมือ	แบบทดสอบแบบปรนัยมีตัวเลือกทั้งคำตอบและเหตุผลประกอบ และแบบเลือกคำตอบและเขียนเหตุผลประกอบหรือแสดงวิธีทำ จำนวน 27 ข้อ	1. แบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งให้อธิบายเหตุผลในการเลือกตอบ จำนวน 27 ข้อ 2) แผนการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนแนวคิดของโพสเนอร์ และคณะ
ผลวิจัย	ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อนทุกแนวคิด โดยแนวคิดที่นักเรียนคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ เรื่องแสงสี ร่องลงมาเรื่องการหักเหของแสง การเกิดภาพจากกระจกเงาราบและเลนส์	การใช้การสอนโดยใช้กลวิธีการสอนของโพสเนอร์และคณะ สามารถลดจำนวนผู้เรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนได้ แต่บางส่วนยังคงมีแนวคิดที่เข้าใจคลาดเคลื่อน

ตาราง 6

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากผู้เรียนในประเทศไทย 3

หัวข้อ	งานวิจัย 5
ชื่องานวิจัย	การพัฒนาแนวคิดและการถ่ายโอนแนวคิดเรื่องแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (กุลธิดา สุวัชรกุลธร 2556)
กลุ่มตัวอย่าง	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน
เครื่องมือ	ประกอบด้วย แบบทดสอบแนวคิดเรื่องแสง แบบทดสอบการถ่ายโอนแนวคิดเรื่องแสง อนุทินของนักเรียน ชิ้นงานของผู้เรียน แบบบันทึกหลังสอนของผู้สอน และคิวิทัศน์บันทึกการสอน

ตาราง 6 (ต่อ)

หัวข้อ	งานวิจัย 5
ชื่องานวิจัย	การพัฒนาแนวคิดและการถ่ายโอนแนวคิดเรื่องแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (กุลธิดา สุวัชรกุลธร 2556)
กลุ่มตัวอย่าง	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน
เครื่องมือ	ประกอบด้วย แบบทดสอบแนวคิดเรื่องแสง แบบทดสอบการถ่ายโอนแนวคิดเรื่องแสง อนุทินของนักเรียน ชิ้นงานของผู้เรียน แบบบันทึกหลังสอนของผู้สอน และคิวิทัศน์บันทึกการสอน
ผลวิจัย	ผู้เรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาแนวคิดเพิ่มขึ้น โดยผู้เรียนมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกแนวคิด โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง ภาพที่เกิดจากกระจกเว้า นิยามความลึกจริง ความลึกปรากฏ และลักษณะของเลนส์นูนและเลนส์เว้า แต่พบว่ามีเพียงแนวคิดเดียวที่ผู้เรียนไม่สามารถพัฒนาแนวคิดได้ คือแนวคิดเรื่องการสะท้อนกลับหมด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เพื่อศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาที่ประกอบด้วยกระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งเว้า และกระจกเงาโค้งนูน ของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 50 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียงที่ทบทวนมาจากการงานวิจัยในประเทศไทยและต่างประเทศ แบบทดสอบเป็นคำถามที่เกี่ยวกับการเกิดภาพจากกระจกเงาที่แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งนูน และกระจกเงาโค้งเว้า และคำถามเป็นคำถามคู่ขนาน ซึ่งคำถามที่ใช้ในแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนน แสดงในภาคผนวก ข

การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียงจากการงานวิจัยอื่นๆ และเอกสารออนไลน์
2. รวบรวมข้อมูลและสร้างคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาที่ผู้เรียนและผู้สอนเข้าใจคลาดเคลื่อนจากการงานวิจัยในประเทศไทยและงานวิจัยในต่างประเทศ ลักษณะของแบบทดสอบจะประกอบไปด้วยคำถามและรูปภาพ โดยให้นักศึกษาตอบคำถามพร้อมทั้งวาดรังสีการเกิดภาพลงในรูปภาพที่โจทย์กำหนดให้
3. กำหนดเกณฑ์การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาของแบบทดสอบแต่ละข้อ พร้อมกับเกณฑ์ในการให้คะแนนโดยแยกออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้
 - กลุ่มที่ 1 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องทั้งหมดครบถ้วน สมบูรณ์ (4 คะแนน)
 - กลุ่มที่ 2 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ (3 คะแนน)
 - กลุ่มที่ 3 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องบางส่วนถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อน (2 คะแนน)

กลุ่มที่ 4 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาเคลื่อน (1 คะแนน)

กลุ่มที่ 5 ไม่มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาหรือไม่ได้แสดงแนวคิดใด ๆ (0 คะแนน)

4. นำแบบทดสอบแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาและเกณฑ์ในการจำแนกแนวคิดไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ที่เป็นการตรวจสอบว่าคำถามและเกณฑ์การจำแนกมีความถูกต้องด้านเนื้อหาอย่างไร โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ จำนวน 3 คน การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาหรือค่า IOC มีรายละเอียดดังนี้

4.1 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและมีการให้คะแนน คือ (1) +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้อง (2) 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้อง และ (3) -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาการเกิดภาพจากกระจกเงาไม่ถูกต้อง

4.2 นำคะแนนที่ได้จากการพิจารณามาคำนวณ โดยใช้สูตร

$$IOC = (\sum R) / N$$

เมื่อ

IOC คือ ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ

R คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.3 นำค่า IOC ที่คำนวณได้มาพิจารณาถ้ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.6 ถือว่าข้อสอบหรือเกณฑ์ในการจำแนกแนวคิดข้อนั้นสามารถใช้ทดสอบได้ แต่ถ้าค่า IOC ต่ำกว่า 0.6 ถือว่าข้อสอบหรือเกณฑ์ในการจำแนกแนวคิดข้อนั้นจะถูกตัดออกไปหรือต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขใหม่ โดยการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคำถามและเกณฑ์การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา เมื่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านพิจารณาแล้วทั้งคำถามและเกณฑ์การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาทุกข้อมีค่า IOC

มากกว่า 0.6 ซึ่งแสดงว่าคำถามและเกณฑ์การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาสามารถนำไปใช้ได้

5. นำแบบทดสอบไปปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เมื่อปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (try out) นักศึกษาปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ซึ่งผ่านการเรียนวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐานมาแล้ว จำนวน 21 คน

6. นำมาแบบทดสอบที่ตอบแล้วมาหาคุณภาพของเครื่องมือดังต่อไปนี้

6.1 หาความสอดคล้องของการจำแนกแนวคิดของผู้ตรวจ 2 คน โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีสูตรดังนี้

$$r = [\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})] / [N s_x s_y]$$

เมื่อ

r เป็น ค่าความสอดคล้องของการจำแนกแนวคิด

x_i เป็น คะแนนข้อ i ของนักศึกษาจากผู้ตรวจคนที่ 1

$\bar{x}$ เป็น คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากผู้ตรวจคนที่ 1

y_i เป็น คะแนนข้อ i ของนักศึกษาจากผู้ตรวจคนที่ 2

$\bar{y}$ เป็น คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากผู้ตรวจคนที่ 2

s_x เป็น ความแปรปรวนของคะแนนของนักศึกษาจากผู้ตรวจคนที่ 1

s_y เป็น ความแปรปรวนของคะแนนของนักศึกษาจากผู้ตรวจคนที่ 2

N เป็น จำนวนประชากร

มีเกณฑ์ในการพิจารณาค่าความสอดคล้อง คือ มีค่าตั้งแต่ 0.00-0.20

แสดงว่ามีความสอดคล้องต่ำมาก มีค่าตั้งแต่ 0.21-0.40 แสดงว่ามีความสอดคล้องต่ำ ถ้ามีค่าตั้งแต่ 0.41-0.70 แสดงว่ามีความสอดคล้องปานกลาง และมีค่าตั้งแต่ 0.71-1.00 แสดงว่ามีความสอดคล้องสูง ค่าความสอดคล้องของการจำแนกแนวคิดของผู้ตรวจ 2 คน แสดงในตาราง 7

ตาราง 7

ค่าความสอดคล้องของการจำแนกแนวคิดของผู้ตรวจ 2 คน

ข้อที่	ค่าความสอดคล้อง	ผลความสอดคล้อง
1A	0.857	มีความสอดคล้องสูง
2A	0.958	มีความสอดคล้องสูง
3A	0.818	มีความสอดคล้องสูง
4A	0.793	มีความสอดคล้องสูง
5A	0.863	มีความสอดคล้องสูง
6A	0.947	มีความสอดคล้องสูง
7A	0.758	มีความสอดคล้องสูง
8A	0.730	มีความสอดคล้องสูง
9A	1.000	มีความสอดคล้องสูง
1B	0.884	มีความสอดคล้องสูง
2B	0.917	มีความสอดคล้องสูง
3B	0.767	มีความสอดคล้องสูง
4B	0.737	มีความสอดคล้องสูง
5B	0.837	มีความสอดคล้องสูง
6B	0.801	มีความสอดคล้องสูง
7B	1.000	มีความสอดคล้องสูง
8B	0.806	มีความสอดคล้องสูง
9B	0.982	มีความสอดคล้องสูง

จากตาราง 7 พบว่าเมื่อวิเคราะห์ผลของผู้ตรวจ 2 คน ที่ตรวจแบบทดสอบข้อสอบทุกข้อมีความสอดคล้องสูง มีค่าตั้งแต่ 0.730-1.00 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนั้นการจำแนกแนวคิดและการให้คะแนนถือว่ามีความน่าเชื่อถือสูง

6.2 หาสอดคล้องของแบบทดสอบคู่ขนาน โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ดังนี้

$$r = [\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})] / [Ns_x s_y]$$

เมื่อ

r เป็น ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบคู่ขนาน

 x_i เป็น คะแนนข้อ i ของนักศึกษาจากแบบทดสอบชุด A $\bar{x}$ เป็น คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากแบบทดสอบชุด A y_i เป็น คะแนนข้อ i ของนักศึกษาจากแบบทดสอบชุด B $\bar{y}$ เป็น คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากแบบทดสอบชุด B s_x เป็น ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบชุด A s_y เป็น ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบชุด B

N เป็น จำนวนประชากร

มีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ (1) 0.00-0.20 มีความสอดคล้องต่ำมาก (2) 0.21-0.40 มีความสอดคล้องต่ำ (3) 0.41-0.70 ความสอดคล้องปานกลาง และ (4) 0.71-1.00 มีความสอดคล้องสูง ค่าความสอดคล้องรายชื่อ แสดงในตาราง 8

ตาราง 8

ค่าความสอดคล้องรายชื่อของแบบทดสอบที่คู่ขนานกัน

คำถามที่คู่ขนานกัน		ค่าความสอดคล้อง	ผลความสอดคล้อง
ข้อ 1A	ข้อ 1B	0.595	สอดคล้องปานกลาง
ข้อ 2A	ข้อ 2B	0.625	สอดคล้องปานกลาง
ข้อ 3A	ข้อ 3B	0.420	สอดคล้องปานกลาง
ข้อ 4A	ข้อ 4B	0.689	สอดคล้องปานกลาง
ข้อ 5A	ข้อ 5B	0.606	สอดคล้องปานกลาง
ข้อ 6A	ข้อ 6B	0.550	สอดคล้องปานกลาง
ข้อ 7A	ข้อ 7B	0.683	สอดคล้องปานกลาง
ข้อ 8A	ข้อ 8B	0.482	สอดคล้องปานกลาง
ข้อ 9A	ข้อ 9B	0.618	สอดคล้องปานกลาง

จากตาราง 8 พบว่าค่าความสอดคล้องรายข้อของแบบทดสอบที่คู่ขนานกันทุกคู่มีค่าความสอดคล้องปานกลาง ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.420-0.689 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

6.3 หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค corrected item total ซึ่งเป็นค่าสหสัมพันธ์คะแนนของคำถามข้อนั้นกับคะแนนรวมของแบบทดสอบที่ไม่รวมข้อนั้น ค่าอำนาจจำแนกที่ใช้ได้จะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ แสดงในตาราง 9

ตาราง 9

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ

ข้อ	corrected item total correlation	ข้อ	corrected item total correlation
A1	0.492	B1	0.686
A2	0.605	B2	0.546
A3	0.697	B3	0.462
A4	0.575	B4	0.307
A5	0.620	B5	0.383
A6	0.428	B6	0.577
A7	0.354	B7	0.328
A8	0.139	B8	-0.035
A9	0.566	B9	0.708

จากตาราง 9 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ ดูจากช่อง corrected item total correlation ซึ่งต้องมากกว่า 0.20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ข้อที่ใช้ไม่ได้ คือ A8 และ B8 แสดงว่าจะต้องตัด ข้อ A8 และ B8 ที่เป็นข้อสอบคู่ขนานกันทิ้งและหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อใหม่ แสดงในตาราง 10 ซึ่งเมื่อตัดข้อ A8 และ B8 ทิ้งจะ มีการลำดับข้อใหม่

ตาราง 10

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อภายหลังของการตัดข้อที่ใช้ไม่ได้ทิ้ง

ข้อ	corrected item total correlation	ข้อ	corrected item total correlation
A1	0.504	B1	0.711
A2	0.597	B2	0.566
A3	0.701	B3	0.462
A4	0.581	B4	0.324
A5	0.635	B5	0.394
A6	0.406	B6	0.575
A7	0.320	B7	0.295
A8	0.584	B8	0.705

จากตาราง 10 เมื่อตัดข้อที่ใช้ไม่ได้ทิ้งแล้วลำดับข้อใหม่ พบว่าข้อสอบทุกข้อมีค่ามากกว่า 0.2 มีค่าตั้งแต่ 0.295-0.711 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าข้อสอบที่ใช้ได้มีทั้งหมด 16 ข้อ

6.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (reliability) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา ของ Cronbach ซึ่งสูตรที่ใช้คือ

$$\alpha = [n / (n - 1)][1 - (S_i^2 / S_t^2)]$$

เมื่อ

α คือ สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n คือ จำนวนข้อสอบ

S_i^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนข้อ i

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งฉบับ

เกณฑ์ในการพิจารณา คือ (1) 0.00-0.20 มีความเชื่อมั่นต่ำมาก (2) 0.21-0.40 มีความเชื่อมั่นต่ำ (3) 0.41-0.60 มีความเชื่อมั่นปานกลาง และ (4) 0.71-1.00 มีความเชื่อมั่นสูง ค่าความเชื่อมั่นแสดงในตาราง 11

ตาราง 11

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

Cronbach's Alpha	N of items
0.867	16

จากตาราง 11 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เมื่อใช้โปรแกรมสำเร็จรูปหาค่า reliability statistic ของ Cronbach's Alpha จากข้อสอบ 16 ข้อได้ค่าเท่ากับ 0.867 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูง

7. นำผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ 16 ข้อไปทดสอบกับนักศึกษาในมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เพื่อเก็บข้อมูลในการวิจัย

การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยขอหนังสือขอความร่วมมือจากอาจารย์ผู้สอนวิชาพฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อขอเก็บข้อมูลของแบบทดสอบที่ทดลองใช้
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยไปยังอาจารย์ที่สอนวิชาพฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อนัดหมายในการเก็บข้อมูลจริง หลังจากที่มีการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบเสร็จแล้ว

3. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดสอบเก็บข้อมูลจากนักศึกษาปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 50 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้การหาความถี่และค่าร้อยละของแนวคิดในแต่ละข้อ โดยมีแนวคิด 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องทั้งหมดครบถ้วน สมบูรณ์

กลุ่มที่ 2 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน สมบูรณ์

กลุ่มที่ 3 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องบางส่วนถูกต้อง บางส่วนคลาดเคลื่อน

กลุ่มที่ 4 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาคลาดเคลื่อน

กลุ่มที่ 5 ไม่มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาหรือไม่ได้แสดงแนวคิดใด ๆ

เมื่อได้ความถี่ของผู้ตอบแต่ละกลุ่ม แล้วนำมาหาค่าเป็นร้อยละ โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละของแนวคิดกลุ่ม } i = [X_i (100)] / N$$

เมื่อ

X_i หมายถึง ความถี่ของผู้ตอบกลุ่ม i

N หมายถึง จำนวนทั้งหมดของผู้ตอบข้อ i

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาที่ประกอบด้วย กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งเว้า และกระจกเงาโค้งนูน ของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชา พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 50 คน ผู้วิจัยได้ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลรายข้อ

- 1.1 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 1A
- 1.2 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 2A
- 1.3 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 3A
- 1.4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 4A
- 1.5 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 5A
- 1.6 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 6A
- 1.7 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 7A
- 1.8 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 8A
- 1.9 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 1B
- 1.10 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 2B
- 1.11 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 3B
- 1.12 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 4B
- 1.13 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 5B
- 1.14 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 6B
- 1.15 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 7B

1.16 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 8B

2. ผลการวิจัยและการวิเคราะห์แนวคิดจำแนกตามประเภทของกระจกเงา

2.1 คำถามจากกระจกเงาราบ 5 คู่

2.2 คำถามจากกระจกเงาโค้งนูน 2 คู่

2.3 คำถามจากกระจกเงาโค้งเว้า 1 คู่

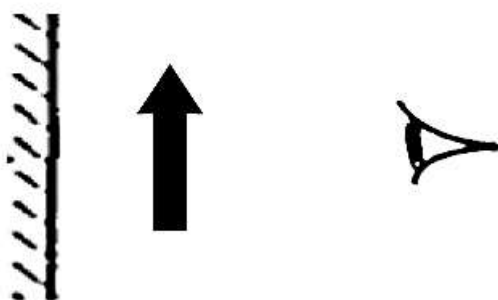
ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลรายข้อ

การวิจัยโดยใช้แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง จำนวน 16 ข้อ และแต่ละข้อจะมีคำถามย่อยอยู่ 4 ส่วนที่นักศึกษาต้องแสดงแนวคิด ซึ่งคำถามย่อยจะมีการจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่มที่ 1 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องทั้งหมดครบถ้วนสมบูรณ์ (2) กลุ่มที่ 2 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ (3) กลุ่มที่ 3 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องบางส่วนถูกต้อง และมีแนวคิดบางส่วนคลาดเคลื่อน (4) กลุ่มที่ 4 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาคลาดเคลื่อน และ (5) กลุ่มที่ 5 ไม่มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาหรือไม่ได้แสดงแนวคิดใด ๆ

เกณฑ์ในการจัดกลุ่มของคำถามแต่ละข้อจะแสดงในภาคผนวก ก และผลการวิจัยและวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 1A

จากคำถามที่ว่า “เมื่อวางลูกศรไว้น้ำกระจกเงาดังภาพ 8 ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 12



ภาพ 8 แสดงภาพจากคำถาม 1A

ตาราง 12

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 1A

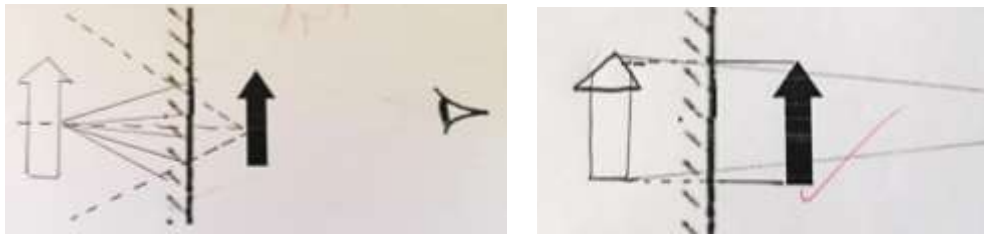
ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิดขึ้น					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
1A	2	2	18	66	12	12	48	0	30	10	30	28	12	24	6	0	4	0	32	64

จากตาราง 12 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาที่มีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 66 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดลากรังสีสะท้อนมาบรรจบกันก่อนที่จะเข้าสู่ตามากที่สุด ดังภาพ 9 และนักศึกษาวาดรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ดังภาพ 10



ภาพ 9 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 1A

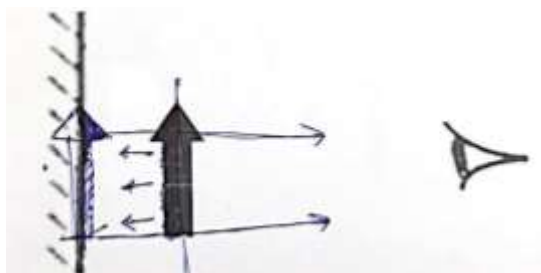


ภาพ 10 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งการเกิดภาพ
คลาดเคลื่อน (ซ้าย) แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน(ขวา)
ข้อ 1A

2. ตำแหน่งของภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามี
แนวคิดเรื่องตำแหน่งของภาพถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 48 ซึ่งนักศึกษ
วาดภาพเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างไกลเกินไปกับวัตถุจริง แต่ไม่ได้อธิบาย ดัง
ภาพ 11 ลำดับถัดมานักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งของภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 30 ซึ่ง
นักศึกษามีแนวคิดตำแหน่งของภาพเกิดที่หน้ากระจก ดังภาพ 12 และนักศึกษามี
แนวคิดระยะของภาพอยู่ไกลกว่าระยะของวัตถุที่อยู่หน้ากระจก ดังภาพ 10 (ซ้าย)



ภาพ 11 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งของภาพถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน
สมบูรณ์ ข้อ 1A

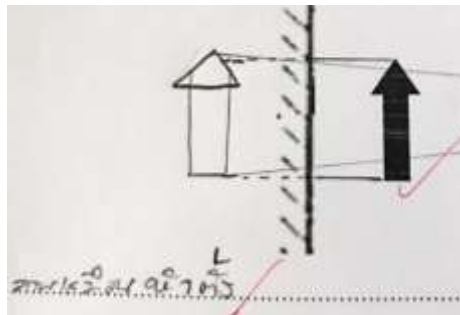


ภาพ 12 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งของภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 1A

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 30 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดเป็นภาพเสมือนที่มีขนาดเท่ากับวัตถุ ดังภาพ 13 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 28 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง และวาดภาพวัตถุที่ใกล้เคียงกับวัตถุ ดังภาพ 14 และลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 24 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดภาพที่เกิดเป็นภาพจริง ดังภาพ 15

เกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเท่ากับวัตถุ อยู่หลังกระจก

ภาพ 13 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 1A



ภาพ 14 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 1A

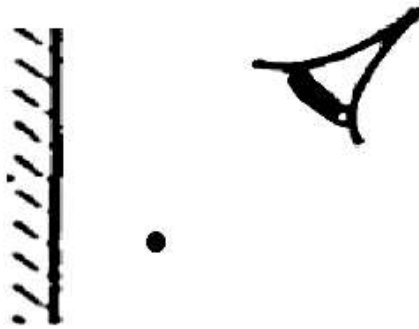
เกิดภาพจริง เพราะคนที่วาดนั้นคิดว่าไม่รู้อะไรเลย นอกจากสิ่งที่ผมมองผ่านกระจกแล้วมันก็เหมือนจริง

ภาพ 15 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 1A

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 64

ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อ 2A

จากคำถามที่ว่า “เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาดังภาพ 16 ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 13



ภาพ 16 แสดงภาพจากคำถาม 2A

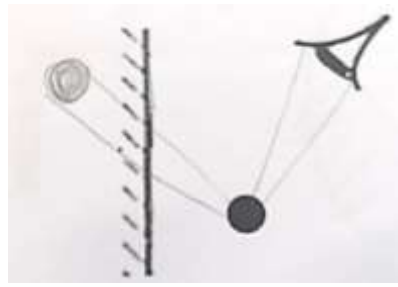
ตาราง 13

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 2A

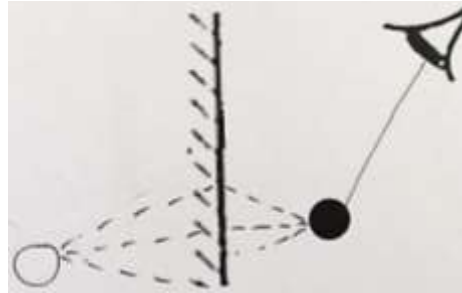
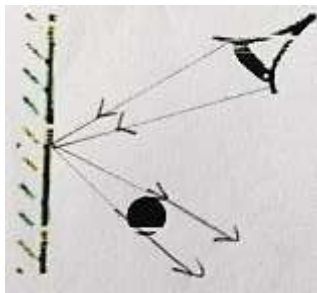
ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิดขึ้น					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
2A	2	6	16	66	10	14	32	0	38	16	22	28	2	34	14	0	4	0	22	74

จากตาราง 13 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 66 ซึ่งนักศึกษาไม่บอกทิศทางของรังสีดังภาพ 17 และนักศึกษาวาดทิศทางของรังสีจากตามาสะท้อนกับกระจกแล้วมาหาวัตถุ ดังภาพ 18 (ซ้าย) โดยที่นักศึกษาไม่เข้าใจถึงคุณสมบัติการสะท้อนและหลักการการเกิดภาพจากกระจกเงาราบเลย

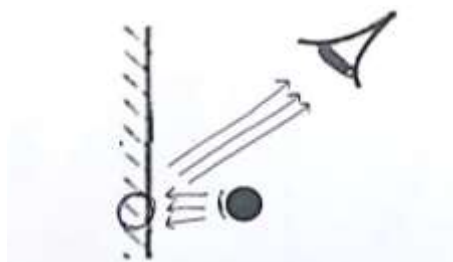


ภาพ 17 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 2A

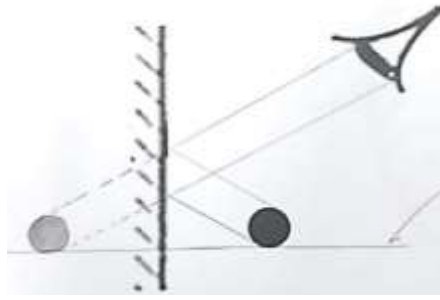


ภาพ 18 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน(ซ้าย) แนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน (ขวา) ข้อ 2A

2. ตำแหน่งของภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดในเรื่องตำแหน่งของภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 38 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดตำแหน่งภาพอยู่สูงกว่าวัตถุ ดังภาพ 17 และนักศึกษามีแนวคิดตำแหน่งภาพจะอยู่ติดกับกระจก ดังภาพ 19 ลำดับต่อมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งของภาพถูกต้อง แต่ไม่ครบสมบูรณ์ ร้อยละ 32 ซึ่งนักศึกษาวาดภาพเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างไกลเกินไปกับวัตถุจริง แต่ไม่ได้อธิบายให้ชัดเจนว่าระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ ดังภาพ 20

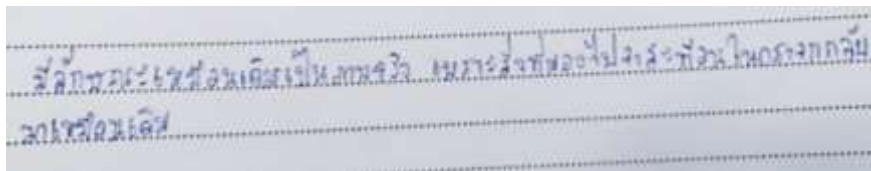


ภาพ 19 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งของภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 2A



ภาพ 20 แสดงเรื่องตำแหน่งของภาพถูกต้อง แต่ไม่ครบสมบูรณ์ ข้อ 2A

3.ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 34 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดที่ว่าภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริง ดังภาพ 21

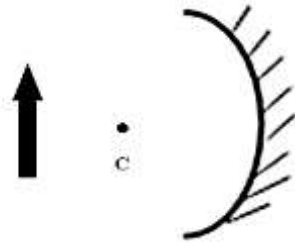


ภาพ 21 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 2A

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 74

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 3A

จากคำถามที่ว่า “เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงา ซึ่งอยู่ไกลจากจุดศูนย์กลางความโค้ง(C) ดังภาพ 22 ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 14



ภาพ 22 แสดงภาพจากคำถาม 3A

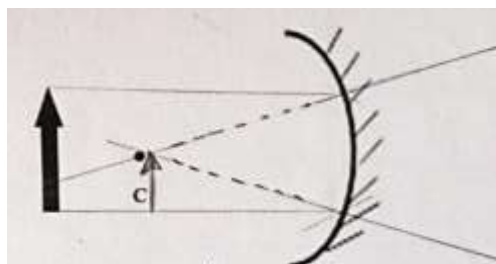
ตาราง 14

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 3A

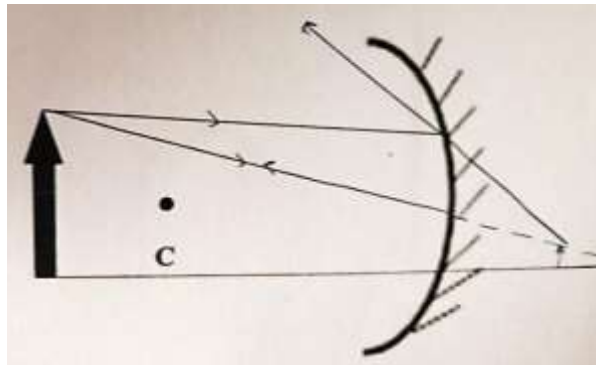
ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิดขึ้น					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
3A	0	22	22	40	16	0	32	10	40	18	34	16	20	16	14	0	6	0	12	82

จากตาราง 14 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. การเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 40 คน ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าการจกมีคุณสมบัติกระจายแสงออกไปด้านหลังกระจก และลากรังสีมาตัดจุดศูนย์กลางความโค้ง ดังภาพ 23 และนักศึกษามีแนวคิดว่าการจกมีคุณสมบัติกระจายทำให้เกิดรังสีเสมือนที่หลังกระจก ดังภาพ 24



ภาพ 23 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3A (1)



ภาพ 24 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3A (2)

2. ตำแหน่งภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 40 คน ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดที่ภาพเกิดหน้ากระจกตรงจุดศูนย์กลางความโค้ง ดังภาพ 23 และนักศึกษามีแนวคิดที่ภาพเกิดหลังกระจกเงาโค้ง ดังภาพ 24

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 34 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพจริงหัวกลับ มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ ดังภาพ 25

ภาพจริง หัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

ภาพ 25 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ 3A

4. สาเหตุเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิด ร้อยละ 82

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 4A

จากคำถามที่ว่า “เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงาดังภาพ 26 ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้อธิบายการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 15



ภาพ 26 แสดงภาพจากคำถาม 4A

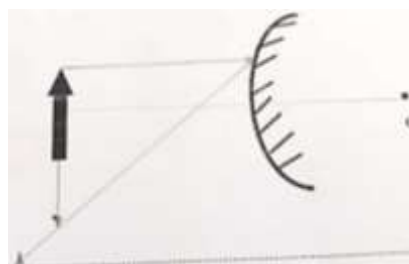
ตาราง 15

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 4A

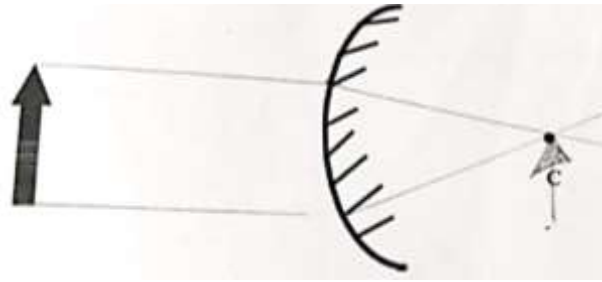
	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิดขึ้น					สาเหตุการเกิดภาพ				
ข้อ	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
4A	2	16	22	42	18	0	28	0	46	26	32	2	32	20	14	0	4	2	6	88

จากตาราง 15 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

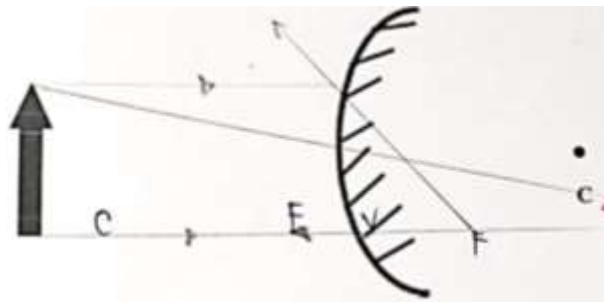
1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 42 ซึ่งนักศึกษาลากรังสีไปตรงกระทบกระจกแล้วสะท้อนกลับมา ดังภาพ 27 นักศึกษาลากรังสีไปตกกระทบกระจกแล้วรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ดังภาพ 28 และนักศึกษามีแนวคิดเรื่องจุดโฟกัสและจุดศูนย์กลางความโค้งคลาดเคลื่อน ดังภาพ 29



ภาพ 27 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 4A (1)



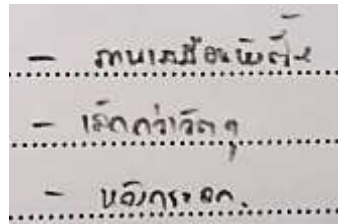
ภาพ 28 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน
ข้อ 4A (2)



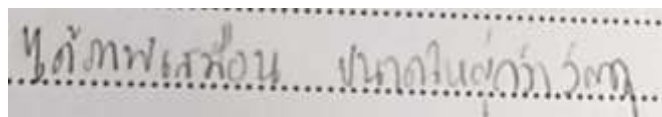
ภาพ 29 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพที่คลาดเคลื่อน

2. ตำแหน่งภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 46 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าภาพเกิดหน้ากระจก ดังภาพ 27 นักศึกษามีแนวคิดว่าภาพเกิดหลังกระจกที่จุดศูนย์กลางความโค้ง ดังภาพ 28 และนักศึกษามีแนวคิดเรื่องจุดโฟกัสและจุดศูนย์กลางความโค้งคลาดเคลื่อน ดังภาพ 29

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดว่าเรื่องภาพที่เกิดถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 32 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่า เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ ดังภาพ 30 โดยมีร้อยละเท่ากับแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดบางส่วนถูกต้อง บางส่วนคลาดเคลื่อน ร้อยละ 32 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่า เป็นภาพเสมือน มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ดังภาพ 31



ภาพ 30 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดบางส่วนถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
ข้อ 4A



ภาพ 31 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดบางส่วนถูกต้อง บางส่วนคลาดเคลื่อน
ข้อ 4A

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษา
ไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 88

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 5A

จากคำถามที่ว่า “ในห้องที่มีดสนิท นายเอต้องการเห็นคางของตัวเองในกระจกเงาราบที่วางอยู่ข้างหน้านายเอดังภาพ 32 นายเอจะต้องส่องไฟฉายไปยังตำแหน่งใดที่ให้เห็นคางของเขอย่างชัดเจนที่สุด ให้วาดรังสีการเกิดภาพและพร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 16



ภาพ 32 แสดงภาพจากคำถาม 5A

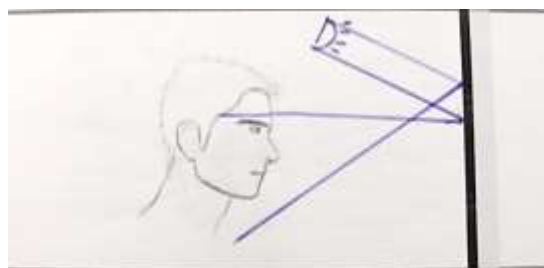
ตาราง 16

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 5A

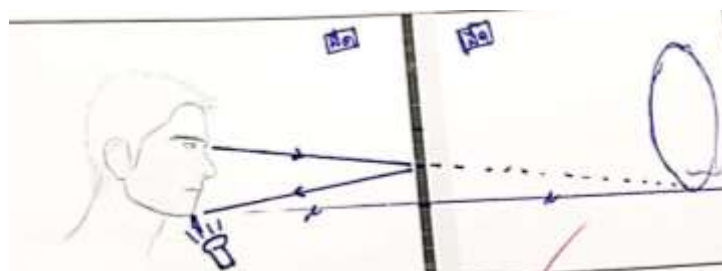
ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งโฟกัส					ภาพที่เกิด					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
5A	4	2	14	22	58	52	2	0	12	34	28	14	18	14	26	0	6	0	2	92

จากตาราง 16 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพ ร้อยละ 58 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 22 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าแสงไฟตกกระทบกระจกแล้วสะท้อนไปที่ตาง ดังภาพ 33 และนักศึกษายกทิศทางของรังสีจากตาไปหาตาง ดังภาพ 34

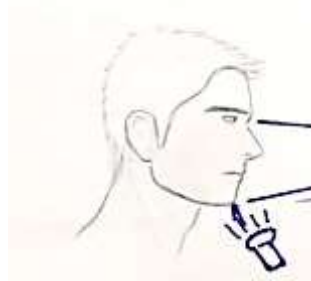


ภาพ 33 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 5A (1)



ภาพ 34 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 5A (2)

2. ตำแหน่งไฟฉาย แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งไฟฉายถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 52 ซึ่งนักศึกษาวาดไฟฉายส่งไปที่กาง ดังภาพ 35



ภาพ 35 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งไฟฉายถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 5A

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 28 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพเสมือนขนาดเท่ากับวัตถุ ดังภาพ 36

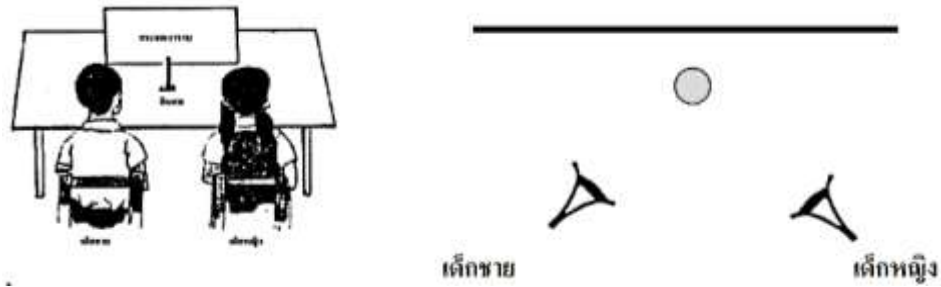


ภาพ 36 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 5A

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 92

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 6A

จากคำถามที่ว่า “นักเรียนชายและนักเรียนหญิงนั่งข้างกันอยู่หน้ากระจกเงาราบที่ตั้งฉากกับโต๊ะในแนวระนาบ นักเรียนทั้งสองคนมองดินสอที่วางอยู่หน้ากระจกดังภาพ 37 นักเรียนทั้งสองจะเห็นภาพบนกระจกอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพดังภาพด้านล่างขวา พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 17



ภาพ 37 แสดงภาพจากคำถาม 6A

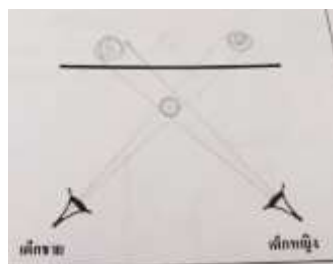
ตาราง 17

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 6A

	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิดขึ้น					สาเหตุการเกิดภาพ				
ข้อ	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
6A	2	6	20	44	28	4	16	0	42	38	10	28	12	28	22	0	2	0	2	96

จากตาราง 17 จากคำถามที่มี 4 ส่วน คือ การเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 44 ซึ่งนักศึกษาวาดรังสีการเกิดภาพของเด็กหญิงมองเห็นภาพซ้ายมือและวาดรังสีเกิดภาพของเด็กชายมองเห็นภาพขวามือ ดังภาพ 38



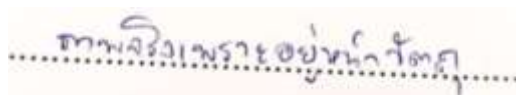
ภาพ 38 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 6A

2. ตำแหน่งภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 42 ซึ่งนักศึกษาวาดรังสีการเกิดภาพของเด็กหญิงมองเห็นภาพซ้ายมือและวาดรังสีเกิดภาพของเด็กชายมองเห็นภาพขวามือ ดังภาพ 38

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 28 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ดังภาพ 39 โดยมีร้อยละเท่ากับนักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 28 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพจริง ดังภาพ 40



ภาพ 39 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 6A

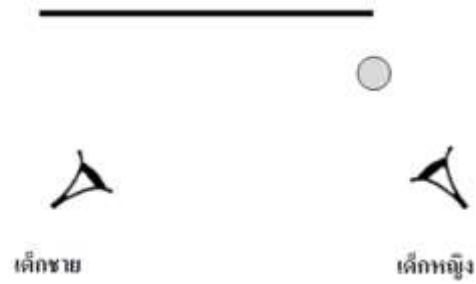
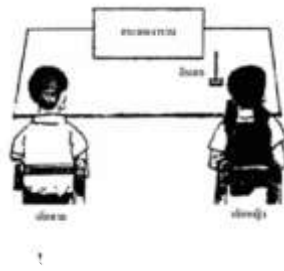


ภาพ 40 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 6A

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 96

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 7A

จากคำถามที่ว่า “นักเรียนชายและนักเรียนหญิงนั่งข้างกันอยู่หน้ากระจกเงาราบที่ตั้งฉากกับโต๊ะในแนวระนาบ นักเรียนทั้งสองคนมองดินสอที่วางอยู่หน้ากระจกดังภาพ 41 นักเรียนทั้งสองจะเห็นภาพบนกระจกอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพดังภาพด้านล่างขวา พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 18



ภาพ 41 แสดงภาพจากคำถาม 7A

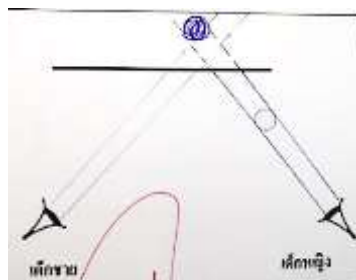
ตาราง 18

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 7A

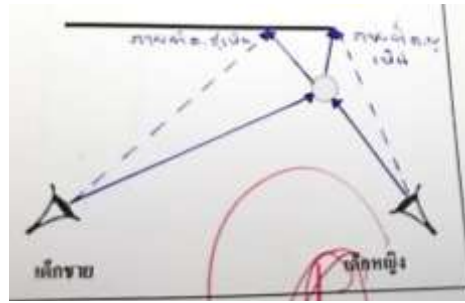
	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิด					สาเหตุการเกิดภาพ				
ข้อ	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
7A	0	2	4	70	24	2	2	0	68	28	2	2	0	70	26	0	0	2	0	98

จากตาราง 18 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 70 ซึ่งนักศึกษาวาดรังสีการเกิดภาพของเด็กทั้งสองคลาดเคลื่อน ดังภาพ 42 และภาพ 43



ภาพ 42 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 7A



ภาพ 43 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน

2. ตำแหน่งภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 68 ซึ่งนักศึกษาวาดภาพหลังกระจก แต่อยู่ด้านซ้ายมือของวัตถุ ดังภาพ 42

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 70 นักศึกษาบางส่วนมีแนวคิดที่เด็กทั้งสองคนเห็นภาพเสมือน ขนาดเท่าวัตถุ และนักศึกษบางส่วนมีแนวคิดว่าเป็นภาพจริง

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 98

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 8A

จากคำถามที่ว่า “ทางสามแยกหรือสี่แยกจะมีการนำอุปกรณ์ที่เป็นกระจกเงาไปติดตั้งไว้ดังภาพ 44 กระจกเงาที่ใช้เป็นกระจกเงาชนิดใด เพราะเหตุใดจึงใช้กระจกชนิดนี้ และภาพที่เกิดเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน” ได้ผลดังตาราง 19



ภาพ 44 แสดงภาพจากคำถาม 8A

ตาราง 19

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 8A

ข้อ	ชนิดของกระจกเงา					ภาพที่เกิด					เหตุที่ใช้				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
8A	18	30	14	16	22	10	20	12	24	34	2	16	0	20	62

จากตาราง 19 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ ชนิดของกระจกเงา ภาพที่เกิด เหตุที่ใช้ และ สาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. ชนิดของกระจกเงา แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิด เรื่องชนิดของกระจกเงาถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 30 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิด ว่าเป็นกระจกนูน ดังภาพ 45

...กระจกนูน...

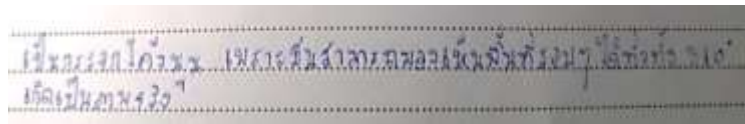
ภาพ 45 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องชนิดของกระจกเงาถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 8A

2. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดง แนวคิดเรื่องภาพที่เกิด ร้อยละ 34 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิด คลาดเคลื่อน ร้อยละ 24 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นเลนส์เว้า และเป็นภาพจริง ดังภาพ 46

เลนส์เว้าจริง

ภาพ 46 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 8A

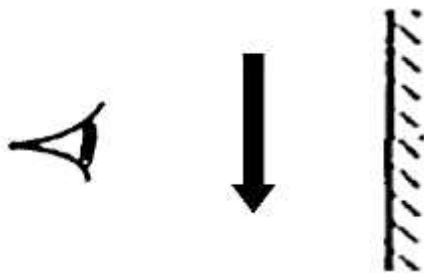
3. เหตุที่ใช้ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องเหตุที่ใช้กระจกเงาชนิดนี้ ร้อยละ 62 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องเหตุที่ใช้คลาดเคลื่อน ร้อยละ 20 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าใช้กระจกโค้งนูน เพราะสามารถมองเห็นได้ 360 องศา ดังภาพ 47



ภาพ 47 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องเหตุที่ใช้คลาดเคลื่อน ข้อ 8A

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 1B

จากคำถามที่ว่า “เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงาดังภาพ 48 ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 20



ภาพ 48 แสดงภาพจากคำถาม 1B

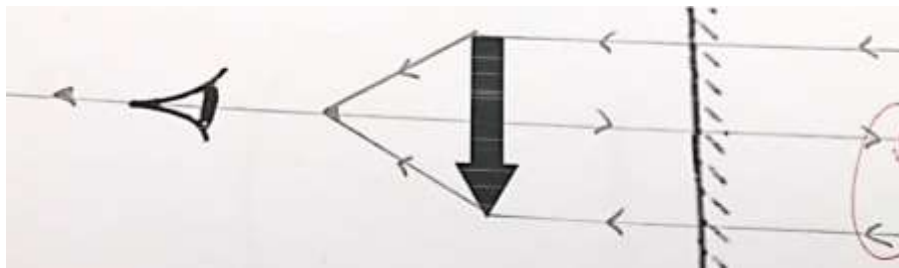
ตาราง 20

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 1B

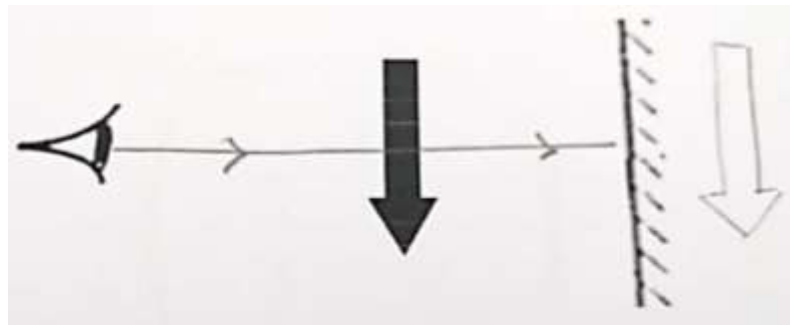
ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิด					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
1B	0	0	12	58	30	6	18	6	34	36	22	2	18	36	22	0	2	0	8	90

จากตาราง 20 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

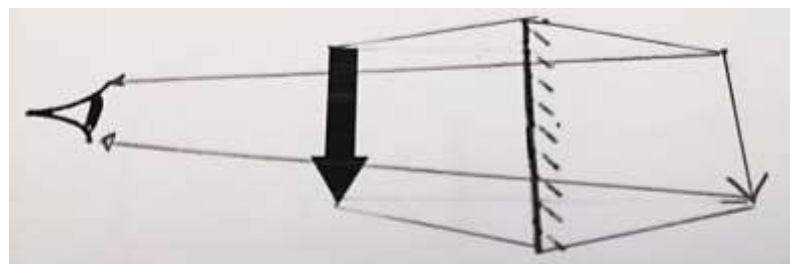
1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 58 ซึ่งนักศึกษาลากรังสีสะท้อนมาบรรจบกันก่อนที่จะเข้าสู่ตา ดังภาพ 49 นักศึกษาลากรังสีตกกระทบไปกระทบกับกระจก ดังภาพ 50 และนักศึกษาลากรังสีจากภาพมายังตา ดังภาพ 51



ภาพ 49 แสดงแนวคิดนักศึกษาของเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 1B (1)

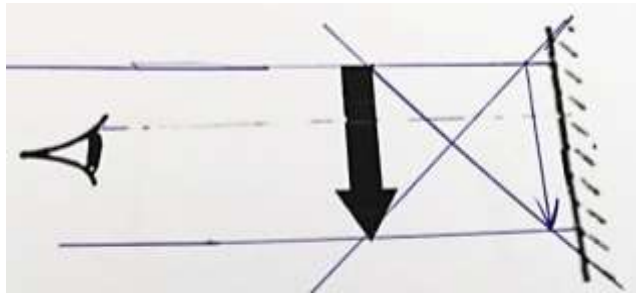


ภาพ 50 แสดงแนวคิดนักศึกษาของเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 1B (2)



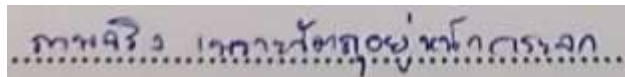
ภาพ 51 แสดงแนวคิดนักศึกษาของเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 1B (3)

2. ตำแหน่งภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพ ร้อยละ 36 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 34 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดตำแหน่งภาพเกิดหน้ากระจก ดังภาพ 52



ภาพ 52 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 1B

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 36 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดเป็นภาพจริง ดังภาพ 53

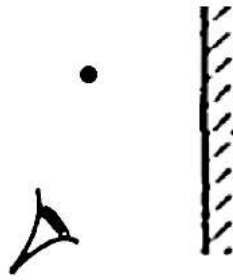


ภาพ 53 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 1B

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 90

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 2B

จากคำถามที่ว่า “เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาดังภาพ 54 ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง



ภาพ 54 แสดงภาพจากคำถาม 2B

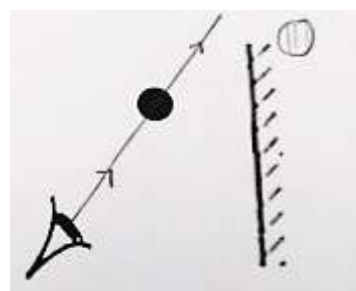
ตาราง 21

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 2B

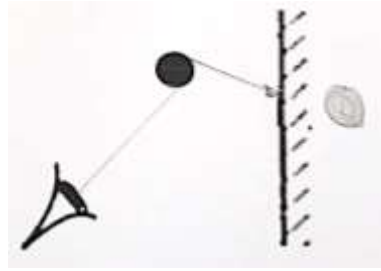
	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิด					สาเหตุการเกิดภาพ				
ข้อ	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
2B	2	2	14	48	34	6	22	0	32	40	18	8	14	34	26	0	2	0	4	94

จากตาราง 21 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ การเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 48 ซึ่งนักศึกษาวาดรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ดังภาพ 55 และดังภาพ 56



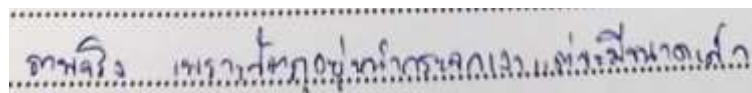
ภาพ 55 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 2B (1)



ภาพ 56 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 2B (2)

2. ตำแหน่งภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพ ร้อยละ 40 ลำดับถัดมานักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 32 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดตำแหน่งภาพอยู่สูงกว่าวัตถุ ดังภาพ 55 และนักศึกษามีแนวคิดตำแหน่งภาพอยู่ต่ำกว่าวัตถุ ภาพ 56

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 34 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดเป็นภาพจริง ดังภาพ 57

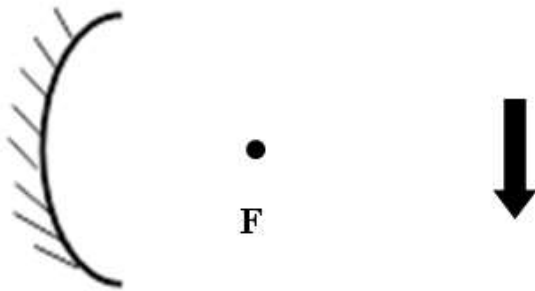


ภาพ 57 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 2B

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 94

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 3B

จากคำถามที่ว่า “เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงา ซึ่งอยู่ไกลจากจุดโฟกัส (F) ดังภาพ 58 ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้อธิบายรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 22



ภาพ 58 แสดงภาพจากคำถาม 3B

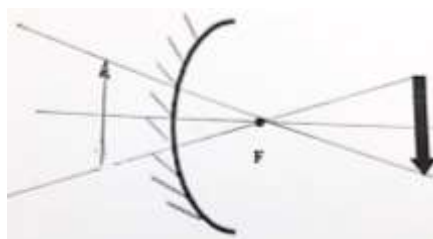
ตาราง 22

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 3B

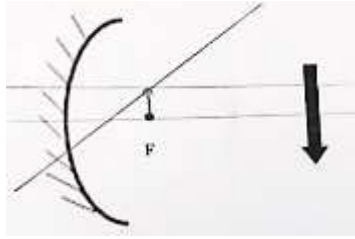
ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิดขึ้น					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
3B	0	8	0	60	32	0	6	0	62	32	8	18	26	22	26	0	4	2	2	92

จากตาราง 22 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่อง รังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 60 ซึ่งนักศึกษาลากรังสีไปตัดจุดโฟกัส ดังภาพ 59 และนักศึกษาลากรังสีขนานกับแกนमुखสำคัญ ดังภาพ 60

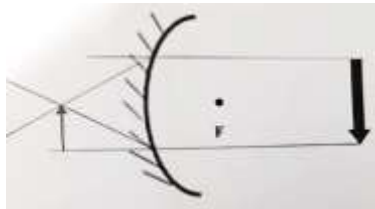


ภาพ 59 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3B (1)



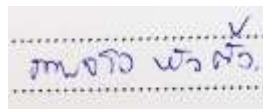
ภาพ 60 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3B (2)

2. ตำแหน่งภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 62 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดที่เกิดหลังกระจกเงาโค้ง ดังภาพ 61



ภาพ 61 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งของภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3B

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดบางส่วนถูกต้อง บางส่วนคลาดเคลื่อน ร้อยละ 26 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดเป็นภาพจริงหัวตั้ง ดังภาพ 62 ซึ่งมีร้อยละเท่ากับนักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องภาพที่เกิด ร้อยละ 26

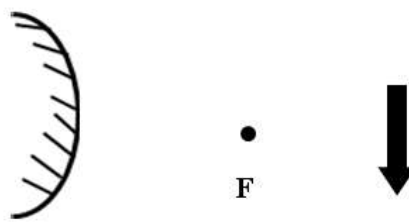


ภาพ 62 แสดงแนวคิดของนักศึกษามีเรื่องภาพที่เกิดบางส่วนถูกต้อง บางส่วนคลาดเคลื่อน ข้อ 3B

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 92

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 4B

จากคำถามที่ว่า “เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงา ซึ่งอยู่ไกลจากจุดโฟกัส (F) ดังภาพ 63 ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 23



ภาพ 63 แสดงภาพจากคำถาม 4B

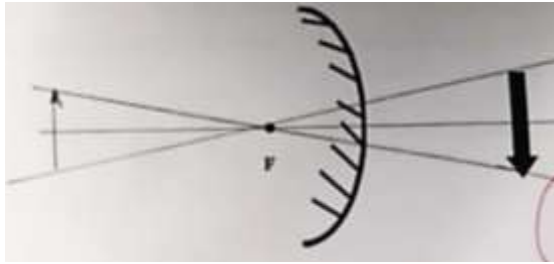
ตาราง 23

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 4B

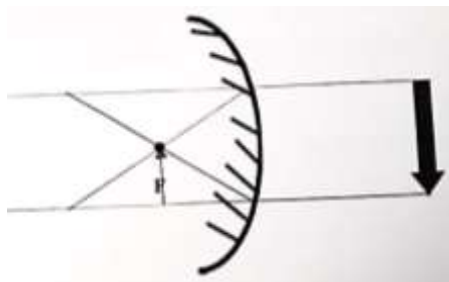
ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิดขึ้น					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
4B	0	10	4	50	36	0	6	0	58	36	8	4	18	40	30	0	4	2	2	92

จากตาราง 23 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 50 ซึ่งนักศึกษาลากรังสีผ่านจุดโฟกัสที่อยู่หลังกระจก ดังภาพ 64 และภาพ 65



ภาพ 64 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน
ข้อ 4B (1)



ภาพ 65 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน
ข้อ 4B (2)

2. ตำแหน่งภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 58 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดที่ภาพเกิดหลังกระจก ดังภาพ 64 และภาพ 65

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 40 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพจริง ดังภาพ 66

เป็นภาพจริง

ภาพ 66 แสดงนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพจริง ข้อ 4B

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 92

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 5B

จากคำถามที่ว่า “ในห้องที่มีดสนิท นายบีต้องการเห็นปากของตัวเองในกระจกเงาราบที่วางอยู่ข้างหน้านายบีดังภาพ 67 นายบีจะต้องส่องไฟฉายไปยังตำแหน่งใดที่ทำให้เห็นปากของเขาอย่างชัดเจนที่สุด ให้วาดรังสีการเกิดภาพและพร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 24



ภาพ 67 แสดงภาพจากคำถาม 5B

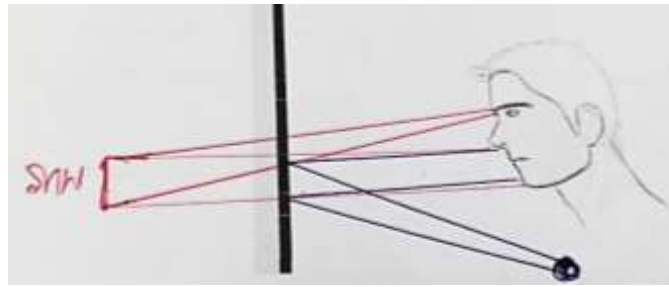
ตาราง 24

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 5B

ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งไฟฉาย					ภาพที่เกิด					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
5B	2	4	6	22	66	34	0	0	12	54	12	22	8	26	32	0	4	0	2	94

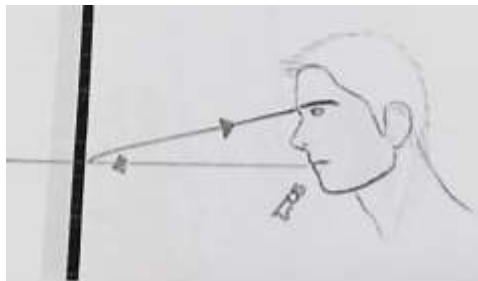
จากตาราง 24 จากคำถามที่มี 4 ส่วน คือ การเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. การเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องการเกิดภาพ ร้อยละ 66 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพ คลาดเคลื่อน ร้อยละ 22 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าแสงไฟตกกระทบกระจกแล้วสะท้อนไปที่ปาก ดังภาพ 68



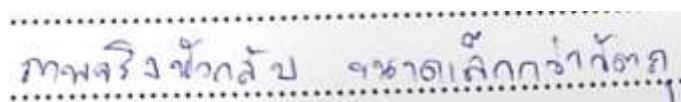
ภาพ 68 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 5B

2. ตำแหน่งไฟฉาย แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องตำแหน่งไฟฉาย ร้อยละ 54 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งไฟฉายถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 34 ซึ่งนักศึกษาวาดไฟฉายส่องไปที่ปาก ดังภาพ 69



ภาพ 69 แสดงแนวคิดของนักศึกษาแนวคิดเรื่องตำแหน่งไฟฉายถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 5B

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องภาพที่เกิด ร้อยละ 32 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 26 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดภาพจริงหัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ ดังภาพ 70



ภาพ 70 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 5B

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดร้อยละ 94

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 6B

จากคำถามที่ว่า “นักเรียนชายและนักเรียนหญิงนั่งข้างกันอยู่หน้ากระจกเงาราบที่ตั้งฉากกับโต๊ะในแนวระนาบ นักเรียนทั้งสองคนมองดินสอที่วางอยู่หน้ากระจกดังภาพ 71 นักเรียนทั้งสองจะเห็นภาพบนกระจกอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพดังภาพด้านล่างขวา พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 25



ภาพ 71 แสดงภาพจากคำถาม 6B

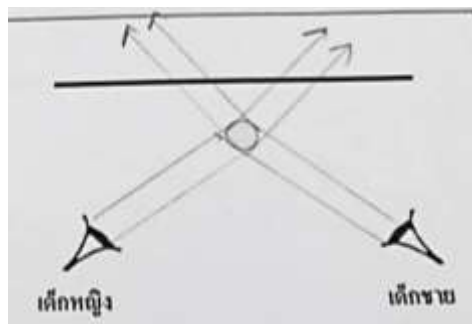
ตาราง 25

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 6B

ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิด					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
6B	0	4	12	46	38	2	10	2	40	46	16	26	0	30	28	0	4	2	6	88

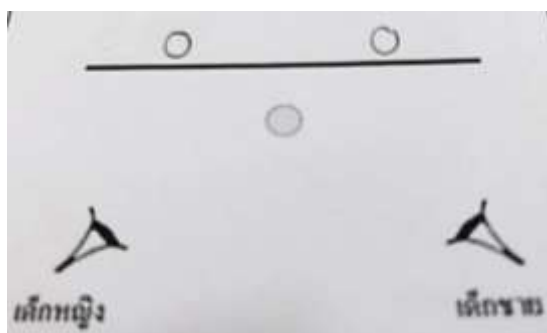
จากตาราง 25 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 46 ซึ่งนักศึกษาวาดรังสีการเกิดภาพของเด็กหญิงมองเห็นภาพขวามือและวาดรังสีเกิดภาพของเด็กชายมองเห็นภาพซ้ายมือ ดังภาพ 72



ภาพ 72 แสดงแนวคิดนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 6B

2. ตำแหน่งภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพ ร้อยละ 46 ถ้าจัดถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 40 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพจะอยู่ด้านซ้ายและด้านขวาของวัตถุหลังกระจก ดังภาพ 73



ภาพ 73 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 6B

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 30 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพจริง ดังภาพ 74

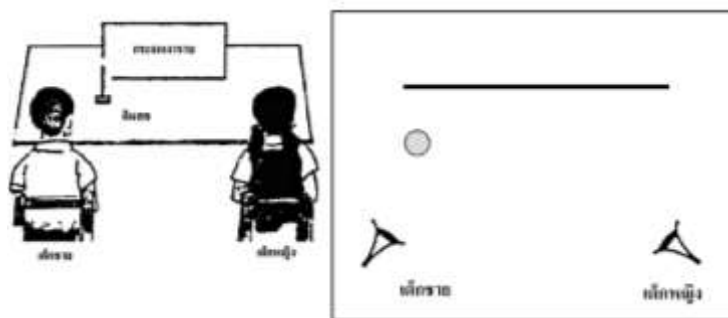
ภาพจริง

ภาพ 74 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ข้อ 6B

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 88

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 7B

จากคำถามที่ว่า “นักเรียนชายและนักเรียนหญิงนั่งข้างกันอยู่หน้ากระจกเงาราบที่ตั้งฉากกับโต๊ะในแนวระนาบ นักเรียนทั้งสองคนมองดินสอที่วางอยู่หน้ากระจกดังภาพ 75 นักเรียนทั้งสองจะเห็นภาพบนกระจกอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพดังภาพด้านล่างขวา พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด” ได้ผลดังตาราง 26



ภาพ 75 แสดงภาพจากคำถาม 7B

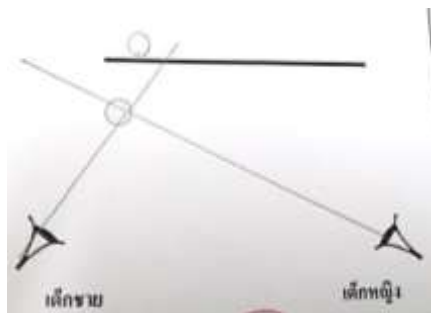
ตาราง 26

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 7B

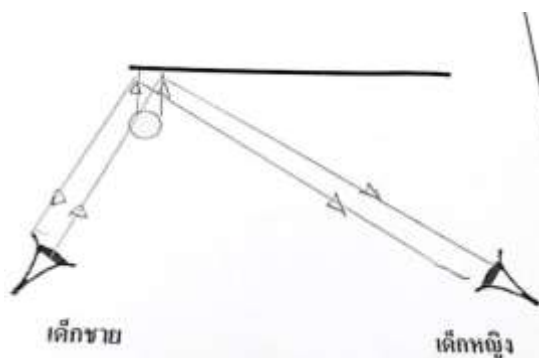
ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิด					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวความคิดกลุ่ม 1	แนวความคิดกลุ่ม 2	แนวความคิดกลุ่ม 3	แนวความคิดกลุ่ม 4	แนวความคิดกลุ่ม 5	แนวความคิดกลุ่ม 1	แนวความคิดกลุ่ม 2	แนวความคิดกลุ่ม 3	แนวความคิดกลุ่ม 4	แนวความคิดกลุ่ม 5	แนวความคิดกลุ่ม 1	แนวความคิดกลุ่ม 2	แนวความคิดกลุ่ม 3	แนวความคิดกลุ่ม 4	แนวความคิดกลุ่ม 5	แนวความคิดกลุ่ม 1	แนวความคิดกลุ่ม 2	แนวความคิดกลุ่ม 3	แนวความคิดกลุ่ม 4	แนวความคิดกลุ่ม 5
7B	0	2	0	72	26	2	0	0	64	34	2	0	0	54	44	0	0	0	2	98

จากตาราง 26 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ รังสีการเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. รังสีการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 72 ซึ่งนักศึกษาวาดรังสีการเกิดภาพของเด็กทั้งสองคลาดเคลื่อน ดังภาพ 76 และภาพ 77



ภาพ 76 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 7B



ภาพ 77 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 7B

2. ตำแหน่งภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ร้อยละ 64 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าภาพอยู่ติดกับกระจก ดังภาพ 76

3. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 54 โดยนักศึกษาบางส่วนมีแนวคิดว่าเป็นเด็กทั้งสองคนเห็นภาพเสมือน ขนาดเท่าวัตถุ และนักศึกษาบางส่วนมีแนวคิดว่าเป็นภาพจริง

4. สาเหตุการเกิดภาพ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 98

ผลการวิจัยวิเคราะห์ข้อ 8B

จากคำถามที่ว่า “ในร้านสะดวกซื้อจะมีการนำอุปกรณ์ที่เป็นกระจกเงาไปติดตั้งไว้ดังภาพ 78 กระจกเงาที่ใช้เป็นกระจกเงาชนิดใด เพราะเหตุใดจึงใช้กระจกชนิดนี้ และภาพที่เกิดเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน” ได้ผลดังตาราง 27



ภาพ 78 แสดงภาพจากคำถาม 8B

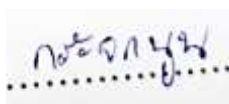
ตาราง 27

ร้อยละของนักศึกษาในการจำแนกแนวคิดของคำถามข้อ 8B

ข้อ	ชนิดของกระจกเงา					ภาพที่เกิด					เหตุที่ใช้				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
8B	8	34	18	2	38	2	22	6	20	50	0	24	0	28	48

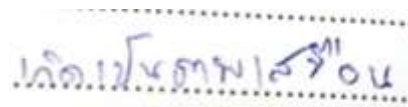
จากตาราง 27 คำถามที่มี 4 ส่วน คือ ชนิดของกระจกเงา ภาพที่เกิด เหตุที่ใช้ และสาเหตุการเกิดภาพ พบว่า

1. ชนิดของกระจกเงา แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องชนิดของกระจกเงา ร้อยละ 38 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องชนิดของกระจกเงาถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 34 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นกระจกนูน ดังภาพ 79



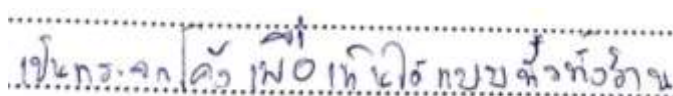
ภาพ 79 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องชนิดของกระจกเงาถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 8B

2. ภาพที่เกิด แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องภาพที่เกิด ร้อยละ 50 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 22 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพเสมือน ดังภาพ 80



ภาพ 80 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องภาพที่เกิดถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อ 8B

3. เหตุที่ใช้ แนวคิดของนักศึกษาที่มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องเหตุที่ใช้ ร้อยละ 48 ลำดับถัดมา นักศึกษามีแนวคิดเรื่องเหตุที่ใช้คลาดเคลื่อน ร้อยละ 28 ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นเพื่อให้เห็นได้ทั่วทั้งร้าน ดังภาพ 81



ภาพ 81 แสดงแนวคิดของนักศึกษาเรื่องเหตุที่ใช้คลาดเคลื่อน ข้อ 8B

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์แนวคิดจำแนกตามประเภทของกระเจกเงา

แบบทดสอบเป็นทดสอบเขียนตอบความเรียงที่มีจำนวน 16 ข้อ เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน 8 คู่ ประกอบด้วยคำถามจากกระเจกเงาราบ 5 คู่ คำถามจากกระเจกเงาโค้งนูน 2 คู่และเป็นคำถามจากกระเจกเงาโค้งเว้า 1 คู่ สรุปผลการวิจัยดังนี้

คำถามจากกระเจกเงาราบ 5 คู่

คือ คำถามคู่ที่ 1 , คำถามคู่ที่ 2 , คำถามคู่ที่ 5 , คำถามคู่ที่ 6 และคำถามคู่ที่ 7 โดยคำถามคู่ที่ 1 วางวัตถุไว้หน้ากระเจก คำถามคู่ที่ 2 วางวัตถุไว้หน้ากระเจก แต่ผู้สังเกตมองวัตถุจากอยู่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าวัตถุ คำถามคู่ที่ 5 ในห้องที่มีดสนิทจะมองเห็นอวัยวะให้ชัดที่สุด โดยใช้ไฟฉาย คำถามคู่ 7 วางวัตถุไว้ตรงกลางกระเจก โดยมีเด็ก 2 คนที่นั่งข้างกันมองวัตถุ และคำถามคู่ 8 วางวัตถุไว้ริมกระเจก โดยมีเด็ก 2 คนที่ข้างกันมองวัตถุ มีรายละเอียดดังตาราง 28 การจำแนกแนวคิดของแบบทดสอบของคำถามเกี่ยวกับกระเจกเงาราบ

ตาราง 28

การจำแนกแนวคิดของแบบทดสอบของคำถามเกี่ยวกับกระจกเงาราบ

ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิด					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
1A	2.0	2	18.0	66.0	12.0	12.0	48	0.0	30.0	10	30.0	28.0	12.0	24	6	0	4	0.0	32	64
1B	0.0	0	12.0	58.0	30.0	6.0	18	6.0	34.0	36	22.0	2.0	18.0	36	22	0	2	0.0	8	90
2A	2.0	6	16.0	66.0	10.0	14.0	32	0.0	38.0	16	22.0	28.0	2.0	34	14	0	4	0.0	22	74
2B	12.0	2	14.0	48.0	34.0	6.0	22	0.0	32.0	40	18.0	8.0	14.0	34	26	0	2	0.0	4	94
5A	4.0	2	14.0	22.0	58.0	52.0	2	0.0	12.0	34	28.0	14.0	18.0	14	26	0	6	0.0	2	92
5B	2.0	4	6.0	22.0	66.0	34.0	0	0.0	12.0	54	12.0	22.0	8.0	26	32	0	4	0.0	2	94
6A	2.0	6	20.0	44.0	28.0	4.0	16	0.0	42.0	38	10.0	28.0	12.0	28	22	0	2	0.0	2	96
6B	0.0	4	12.0	46.0	38.0	2.0	10	2.0	40.0	46	16.0	26.0	0.0	30	28	0	4	2.0	6	88
7A	0.0	2	4.0	70.0	24.0	2.0	2	0.0	68.0	28	2.0	2.0	0.0	70	26	0	0	2.0	0	98
7B	0.0	2	0.0	72.0	26.0	2.0	0	0.0	64.0	34	2.0	0.0	0.0	54	44	0	0	0.0	2	98
ร้อยละเฉลี่ย	1.4	3	11.6	51.4	32.6	13.4	15	0.8	37.2	33.6	16.2	15.8	8.4	35	24.6	0	2.8	0.4	8	88.8

* ข้อ 5A และ 5B ตำแหน่งภาพจะเปลี่ยนเป็นตำแหน่งไปฉาย

จากตาราง 28 พบว่าเมื่อรวมคำถามที่เกี่ยวกับกระจกเงาราบ แล้วหาร้อยละเฉลี่ยของแนวคิดจากคำถามย่อย ได้ผลสรุปดังนี้

1. รังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ นักศึกษามีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน ร้อยละ 51.4 และลำดับต่อมา นักศึกษาร้อยละ 32.6 ที่ไม่ได้เขียนรังสีการเกิดภาพ แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ในการเขียนรังสีการเกิดภาพของนักศึกษา และคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกันทั้งหมด คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน

2. ตำแหน่งของภาพจากกระจกเงาราบ นักศึกษามีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน ร้อยละ 37.2 และลำดับต่อมา นักศึกษาร้อยละ 33.6 ไม่ได้บอกตำแหน่งของภาพ แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ในการบอกตำแหน่งของภาพของนักศึกษา และคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกัน 1 คู่ คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน และมีคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกัน 4 คู่ คือ มีแนวคิดมากที่สุดไม่อยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน (แสดงให้เห็นว่าเมื่อภาพมีลักษณะเปลี่ยนไปจากความคุ้นเคยของนักศึกษา ทำให้นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพเปลี่ยนไป ซึ่งนักศึกษายังไม่เข้าใจการบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาราบ)

3. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ นักศึกษามีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน ร้อยละ 35 และลำดับต่อมา นักศึกษาร้อยละ 24.6 ไม่ได้บอกภาพที่เกิด แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ในภาพที่เกิดว่าเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือนของนักศึกษา และคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกัน 3 คู่ คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน และมีคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกัน 2 คู่ คือ มีแนวคิดมากที่สุดไม่อยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน (แสดงให้เห็นว่าเมื่อภาพมีลักษณะเปลี่ยนไปจากความคุ้นเคยของนักศึกษา ทำให้นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพเปลี่ยนไป ซึ่งนักศึกษายังไม่เข้าใจการบอกภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ)

4. สาเหตุการเกิดภาพ มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 88.88 และลำดับต่อมา นักศึกษาร้อยละ 8 มีแนวคิดเรื่อง

สาเหตุการเกิดภาพคลาดเคลื่อน โดยนักศึกษาพยายามอธิบายสาเหตุการเกิดภาพ แต่นักศึกษามีความเข้าใจคลาดเคลื่อนแทน และคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกันทั้งหมด คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน

ดังนั้นคำถามการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ, การบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาราบ และการบอกภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ

คำถามจากกระจกเงาโค้งนูน 2 คู่

คือ คำถามคู่ที่ 4 และคำถามคู่ที่ 8 โดยคำถามคู่ที่ 4 วางวัตถุไว้ตรงกลางกระจกโค้งนูน และคำถามคู่ที่ 8 ประโยชน์จากกระจกเงาโค้งนูน มีรายละเอียดดังตาราง 29 และ 30 การจำแนกแนวคิดของแบบทดสอบของคำถามเกี่ยวกับกระจกเงาโค้งนูน

ตาราง 29

การจำแนกแนวคิดของแบบทดสอบของคำถามเกี่ยวกับกระจกเงาโค้งนูน (1)

ข้อ	ชนิดของกระจกเงา					ภาพที่เกิด					เหตุที่ใช้				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
4A	2	16	22	42	18	0	28	0	46	26	32	2	32	20	14
4B	0	10	4	50	36	0	6	0	58	36	8	4	18	40	30
8A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	20	12	24	34
8B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	22	6	20	50
ร้อยละเฉลี่ย	1	13	13	46	27	0	17	0	52	31	13	12	17	26	32

ตาราง 30

การจำแนกแนวคิดของแบบทดสอบของคำถามเกี่ยวกับกระเจงเงาโค้งงู (2)

ข้อ	ชนิดของกระเจงเงา					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5	แนวคิดกลุ่ม 1	แนวคิดกลุ่ม 2	แนวคิดกลุ่ม 3	แนวคิดกลุ่ม 4	แนวคิดกลุ่ม 5
4A	-	-	-	-	-	0.0	4	2	6	88.0
4B	-	-	-	-	-	0.0	4	2	2	92.0
8A	18	18	32	14	16	2.0	16	0	20	62.0
8B	8	8	34	18	2	0.0	24	0	28	48.0
ร้อยละเฉลี่ย	13	13	32	16	9	0.5	12	1	14	72.5

จากตาราง 29 และตาราง 30 พบว่าเมื่อรวมคำถามที่เกี่ยวกับกระเจงเงาโค้งงู แล้วหาร้อยละเฉลี่ยของแนวคิดจากคำถามย่อย ได้ผลสรุปดังนี้

1. รังสีการเกิดภาพ นักศึกษามีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระเจงเงาโค้งงูคลาดเคลื่อน ร้อยละ 46 และลำดับต่อมานักศึกษาร้อยละ 27 ไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระเจงเงาโค้งงู แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ในการเขียนรังสีการเกิดภาพของนักศึกษา และคำถามที่ถ่วงนํานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกันทั้งหมด คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน

2. ตำแหน่งภาพ นักศึกษามีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพจากกระเจงเงาโค้งงูคลาดเคลื่อน ร้อยละ 52 และลำดับต่อมานักศึกษาร้อยละ 31 ไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพจากกระเจงเงาโค้งงู แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ในเรื่องตำแหน่งภาพจากกระเจงเงาโค้งงูของนักศึกษา และคำถามที่ถ่วงนํานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกันทั้งหมด คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน

3. ภาพที่เกิด นักศึกษามีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษา ไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดจากกระเจงเงาโค้งงู ร้อยละ 32 แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ในเรื่องภาพที่เกิดของนักศึกษว่าเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือนและลำดับต่อมานักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดจากกระเจงเงาโค้งงูคลาดเคลื่อน ร้อยละ 26 และคำถามที่ถ่วงนํานกันของนักศึกษา

มีความสอดคล้องกัน 1 คู่ คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน และมีคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษาไม่มีความสอดคล้องกัน 1 คู่ คือ มีแนวคิดมากที่สุดไม่อยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน (แสดงให้เห็นว่าเมื่อภาพมีลักษณะเปลี่ยนไปจากความคุ้นเคยของนักศึกษา ทำให้นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพเปลี่ยนไป ซึ่งนักศึกษามีแนวคิดคลาดเคลื่อนการบอกภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบเพิ่มมาก)

4. ชนิดของกระจก นักศึกษามีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องชนิดของกระจกเงาโค้งนูนถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 32 และลำดับต่อมา นักศึกษา ร้อยละ 30 นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องชนิดของกระจกเงาโค้งนูน แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ในเรื่องชนิดของกระจกเงาที่ปรากฏในคำถาม และคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษาไม่มีความสอดคล้องกันทั้งหมด คือ มีแนวคิดมากที่สุดไม่อยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน

5. สาเหตุการเกิดภาพ มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งนูน ร้อยละ 72.5 แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ว่าภาพที่เกิดมาจากสาเหตุอะไรจากกระจกเงาโค้งนูนของนักศึกษา และคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกันทั้งหมด คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน

ดังนั้นคำถามการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งนูน นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องชนิดของกระจกเงาโค้งนูนถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งนูนและการบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาโค้งนูนคลาดเคลื่อน และนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งนูนและเหตุผลการใช้กระจกเงาโค้งนูน

คำถามจากกระจกเงาโค้งเว้า 1 คู่

คือ คำถามคู่ที่ 3 โดยคำถามแต่ละข้อจะมีคำถามย่อยอีก 4 ส่วน คือ การเกิดภาพ ตำแหน่งภาพ ภาพที่เกิดขึ้น และสาเหตุการเกิดภาพ มีรายละเอียดดังตาราง 31

ตาราง 31

การจำแนกแนวคิดของแบบทดสอบของคำถามเกี่ยวกับกระจกเงาโค้งเว้า

ข้อ	รังสีการเกิดภาพ					ตำแหน่งภาพ					ภาพที่เกิด					สาเหตุการเกิดภาพ				
	แนวความคิดกลุ่ม 1	แนวความคิดกลุ่ม 2	แนวความคิดกลุ่ม 3	แนวความคิดกลุ่ม 4	แนวความคิดกลุ่ม 5	แนวความคิดกลุ่ม 1	แนวความคิดกลุ่ม 2	แนวความคิดกลุ่ม 3	แนวความคิดกลุ่ม 4	แนวความคิดกลุ่ม 5	แนวความคิดกลุ่ม 1	แนวความคิดกลุ่ม 2	แนวความคิดกลุ่ม 3	แนวความคิดกลุ่ม 4	แนวความคิดกลุ่ม 5	แนวความคิดกลุ่ม 1	แนวความคิดกลุ่ม 2	แนวความคิดกลุ่ม 3	แนวความคิดกลุ่ม 4	แนวความคิดกลุ่ม 5
3A	0	22	22	40	16	0	32	10	40	18	34	16	20	16	14	0	6	0	12	82
3B	0	8	0	60	32	0	6	0	62	32	8	18	26	22	26	0	4	2	2	92
ร้อยละเฉลี่ย	0	15	11	50	24	0	19	5	51	25	21	17	23	19	20	0	5	1	7	87

จากตาราง 31 พบว่าเมื่อรวมคำถามที่เกี่ยวกับกระจกเงาโค้งเว้า แล้วหาร้อยละผลรวมของแนวคิดจากคำถามย่อย ได้ผลสรุปดังนี้

1. รังสีการเกิดภาพ นักศึกษามีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งเว้าคลาดเคลื่อน ร้อยละ 50 และลำดับต่อมานักศึกษาร้อยละ 24 ไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งเว้า แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ในการเขียนรังสีการเกิดภาพของนักศึกษา และคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกันทั้งหมด คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน

2. ตำแหน่งภาพ นักศึกษามีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพจากกระจกเงาโค้งเว้าคลาดเคลื่อน ร้อยละ 51 และลำดับต่อมานักศึกษาร้อยละ 25 ไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพจากกระจกเงาโค้งเว้า แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ในเรื่องตำแหน่งภาพจากกระจกเงาโค้งเว้าของนักศึกษา และคำถามที่คู่ขนานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกันทั้งหมด คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน

3. ภาพที่เกิด นักศึกษามีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเว้าบางส่วนถูกต้อง บางส่วนคลาดเคลื่อน ร้อยละ 23 และลำดับต่อมานักศึกษาร้อยละ 21 นักศึกษามีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเว้าถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ โดยนักศึกษามีแนวคิดว่าเป็นภาพจริง ห้วกลับ มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ

และคำถามที่ถูขนานกันของนักศึกษาไม่มีความสอดคล้องกันทั้งหมด คือ มีแนวคิดมากที่สุดไม่อยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน

4. สาเหตุการเกิดภาพ มีร้อยละมากที่สุด คือ นักศึกษาไม่ได้แสดงแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพ ร้อยละ 87 แสดงให้เห็นถึงความไม่รู้ว่าภาพที่เกิดมาจากสาเหตุอะไรจากกระจกเงาโค้งเว้าของนักศึกษา และคำถามที่ถูขนานกันของนักศึกษามีความสอดคล้องกันทั้งหมด คือ มีแนวคิดมากที่สุดอยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน

ดังนั้นคำถามการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งเว้า นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดของกระจกเงาโค้งเว้าถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งเว้าและเรื่องการบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาโค้งเว้าคลาดเคลื่อน และนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพของกระจกเงาโค้งเว้า

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา ของนักศึกษาของมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา ที่ประกอบด้วย กระจกเงาราบ กระจกเงาโค้งเว้า และกระจกเงาโค้งนูน นักศึกษาของมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 50 คนโดยใช้แบบทดสอบแบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง จำนวน 16 ข้อ เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน ที่ประกอบด้วยคำถามจากกระจกเงาราบ 5 คู่ คำถามจากกระจกเงาโค้งนูน 2 คู่ และคำถามจากกระจกเงาโค้งเว้า 1 คู่

การจำแนกแนวคิดเรื่องการเกิดภาพของกระจกเงา ที่จำแนกแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มที่ 1 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องทั้งหมดครบถ้วนสมบูรณ์ (2) กลุ่มที่ 2 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ (3) กลุ่มที่ 3 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาถูกต้องบางส่วนถูกต้องและบางส่วนคลาดเคลื่อน (4) กลุ่มที่ 4 มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาคลาดเคลื่อน และ (5) กลุ่มที่ 5 ไม่มีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาหรือไม่ได้แสดงแนวคิดใด ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. การสรุปผลการวิจัย

1.1 คำถามจากกระจกเงาราบ

1.2 คำถามจากกระจกเงาโค้งนูน

1.3 คำถามจากกระจกเงาโค้งเว้า

2. การอภิปรายผล

2.1 กระจกเงาราบ

2.2 กระจกเงาโค้งนูน

2.3 กระจกเงาโค้งเว้า

3. ข้อเสนอแนะ

การสรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้จากคำถามจากแบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบายในลักษณะความเรียง ที่ประกอบด้วย (1) คำถามจากกระจกเงาราบ (2) คำถามจากกระจกเงาโค้งนูน และ(3) คำถามจากกระจกเงาโค้งเว้า สรุปได้ว่า

คำถามจากกระจกเงาราบ

พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ, การบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาราบ และการบอกภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน และนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดเรื่องสาเหตุการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ

คำถามจากกระจกเงาโค้งนูน

พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องชนิดของกระจกเงาโค้งนูนถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งนูนและการบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาโค้งนูนคลาดเคลื่อน และนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งนูน และเหตุผลการใช้กระจกเงาโค้งนูน

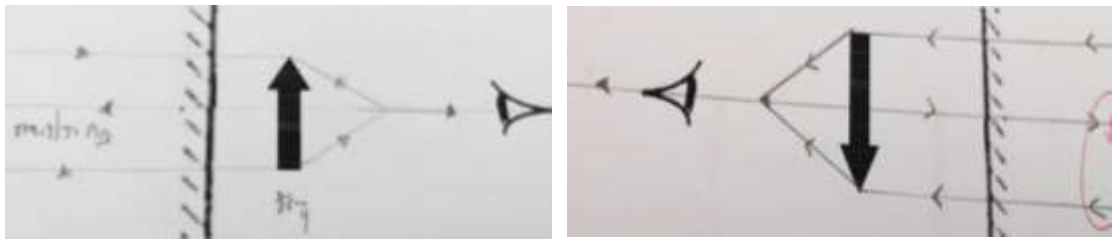
คำถามจากกระจกเงาโค้งเว้า

พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดของกระจกเงาโค้งเว้าถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจาก

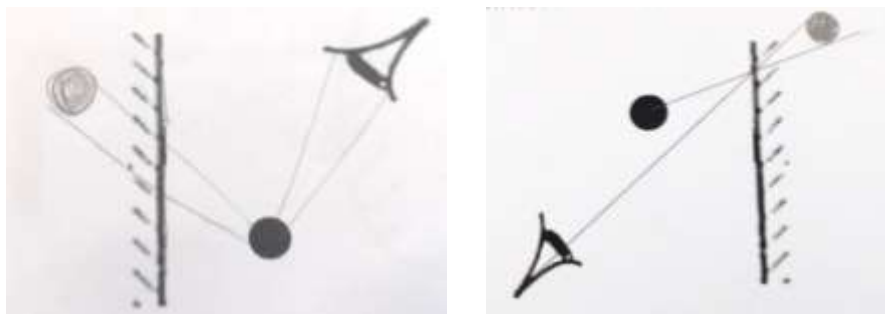
จากผลการวิจัยที่ประกอบด้วยคำถามการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ, กระจกเงา
โค้งนูน และกระจกเงาโค้งเว้า พบว่านักศึกษาในงานวิจัยมีแนวคิดสอดคล้องกับงานวิจัย
ของ Mbewe (2555), กุลธิดา สุวัชรระกุลธร (2556), ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์และวรรณทิพา
รอดแรงคำ (2552), เสี่ยม ช่างเกวียน (2541) และ Goldberg & McDermott (1986) มี
รายละเอียดดังนี้

แนวคิดของนักศึกษาที่สอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ประกอบด้วยคำถามรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ การบอกตำแหน่งจากกระจกเงาโค้งนูน และภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งนูน

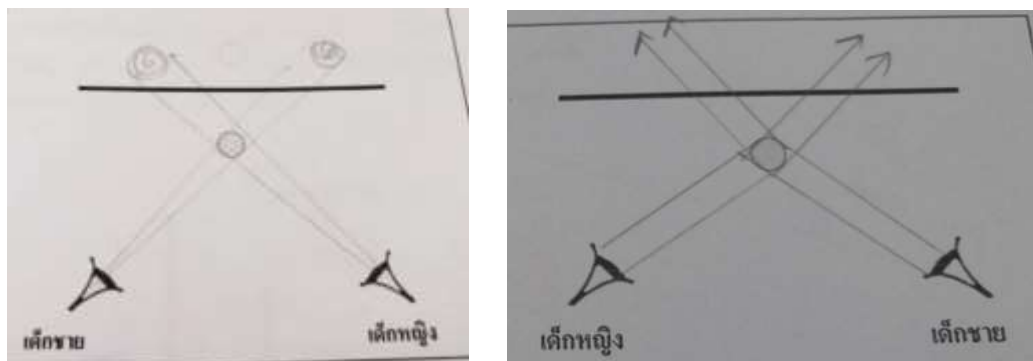
คำถามเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากระจกเงาราบคลาดเคลื่อน ซึ่งพบว่านักศึกษาบางส่วนมีแนวคิดรังสีบรรจบกันก่อนเข้าสู่ตา นักศึกษาบางส่วนมีแนวคิดที่เขียนรังสีการเกิดภาพจากตาไปหาวัตถุหรือเขียนทิศทางของรังสีการเกิดภาพจากระจกเงาราบคลาดเคลื่อน นักศึกษาบางส่วนมีแนวคิดเรื่องหลักการเกิดภาพจากระจกเงาราบ และนักศึกษาบางส่วนมีแนวคิดคุณสมบัติของระจกเงาราบคลาดเคลื่อน ทำให้เขียนรังสีการเกิดภาพจากระจกเงาราบคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจคุณสมบัติของระจกเงาราบ โดยแนวคิดของนักศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mbewe (2012) ที่ผู้สอนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจหลักการเกิดภาพของระจกเงาราบหรือการสะท้อนแสงของระจกเงาราบ โดยที่คำถามคู่ขนานกันจากงานวิจัยนี้นักศึกษามีแนวคิดของเรื่องรังสีการเกิดภาพจากระจกเงาราบสอดคล้องกัน คือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเหมือนกัน แสดงดังภาพ 82-85



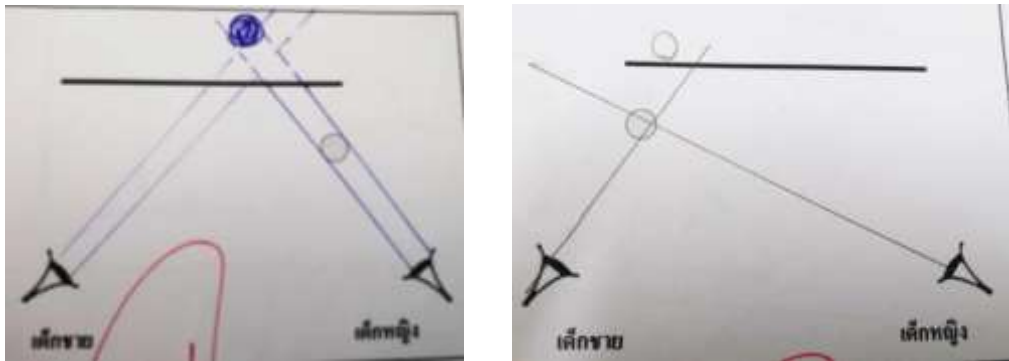
ภาพ 82 แสดงนักศึกษามีแนวคิดรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน ข้อ 1A (ซ้าย) ข้อ 1B (ขวา)



ภาพ 83 แสดงนักศึกษามีแนวคิดรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน ข้อ 2A (ซ้าย) ข้อ 2B (ขวา)



ภาพ 84 นักศึกษามีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน และตำแหน่งภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 6A (ซ้าย) 6B (ขวา)



ภาพ 85 แสดงนักเรียนมีแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน และตำแหน่งการเกิดภาพคลาดเคลื่อนข้อ 7A (ซ้าย) 7B (ขวา)

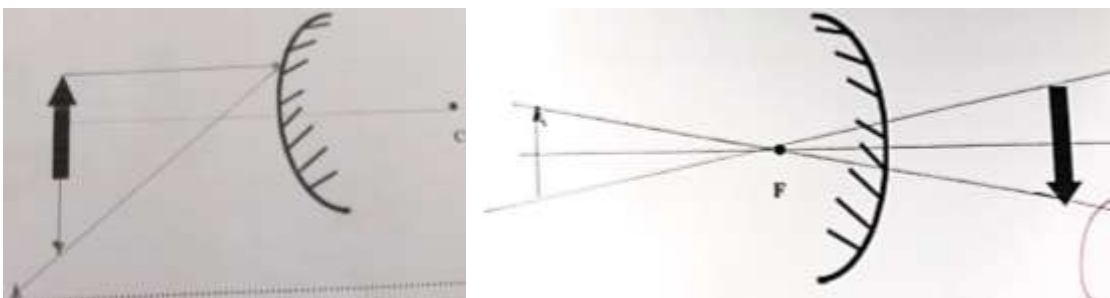
คำถามเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องการบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน ซึ่งนักเรียนบางส่วนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าตำแหน่งของภาพเกิดติดกับกระจกเงาราบ นักเรียนบางส่วนมีแนวคิดภาพที่เกิดหลังกระจกเงาราบมีตำแหน่งที่อยู่สูงกว่าวัตถุหรือต่ำกว่าวัตถุหรือด้านซ้ายวัตถุหรือขวาวัตถุที่อยู่หน้ากระจกหรือตำแหน่งของวัตถุ เปลี่ยนไปตามทิศทางการมองจากกระจกเงาโค้งนูน ดังภาพ 83 โดยแนวคิดของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลธิดา สุวัชรกุลธร (2556) ก่อนการจัดกระบวนการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผู้เรียนไม่สามารถระบุตำแหน่งของภาพที่สังเกตจากผู้สังเกตได้อย่างถูกต้อง

คำถามเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบคลาดเคลื่อน ซึ่งพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบเป็นภาพจริงโดยให้เหตุผลว่า วัตถุอยู่หน้ากระจก โดยแนวคิดของนักเรียนสอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลธิดา สุวัชรกุลธร (2556) งานวิจัยของธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์และวรรณทิพา รอดแรงคำ (2552) และ เสี่ยม ช่างเกวียน (2541) ที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกชนิดของภาพและลักษณะของภาพ เข้าใจว่าภาพของวัตถุเกิดบนกระจกเงาโค้งราบ และเข้าใจว่าภาพที่เกิดเป็นภาพจริง

กระจกเงาโค้งนูน

แนวคิดของนักศึกษาที่สอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ประกอบด้วยคำถามรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งนูน การบอกตำแหน่งจากกระจกเงาโค้งนูน และภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งนูน

คำถามเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกโค้งนูน มีนักศึกษาบางส่วนไม่เข้าใจคุณสมบัติของกระจกเงาโค้งนูน ทำให้เขียนรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งนูนคลาดเคลื่อน และนักศึกษาบางส่วนไม่เข้าใจจุดศูนย์กลางความโค้งและจุดโฟกัสหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจุดศูนย์กลางความโค้งและจุดโฟกัส ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์และวรรณทิพา รอดแรงคำ (2552) และงานวิจัยเสถียร ช่างเกวียน (2541) ที่ผู้เรียนเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถหาความยาวโฟกัสได้ และผู้เรียนส่วนใหญ่วาดรังสีตกกระทบขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญ รังสีสะท้อนจะผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง จากนั้นลากรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุผ่านศูนย์กลางความโค้ง รังสีสะท้อนทั้งสองตัดกันเป็นตำแหน่งภาพ โดยที่คำถามคู่ขนานกันของงานวิจัยนี้นักศึกษามีแนวคิดของเรื่องรังสีการเกิดภาพสอดคล้องกัน คือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเหมือนกัน แสดงดังภาพ 86



ภาพ 86 นักศึกษามีแนวคิดเรื่องการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 4A (ซ้าย) 4B(ขวา)

คำถามเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องตำแหน่งภาพของกระจกเงาโค้งนูน ที่นักศึกษาบางส่วนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนการบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาโค้งนูน และนักศึกษาบางส่วนไม่เข้าใจจุดศูนย์กลางความโค้งและจุดโฟกัสหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจุดศูนย์กลางความโค้งและจุดโฟกัส ที่สอดคล้องงานวิจัยของกุลธิดา สุวัชรกุลธร (2556)

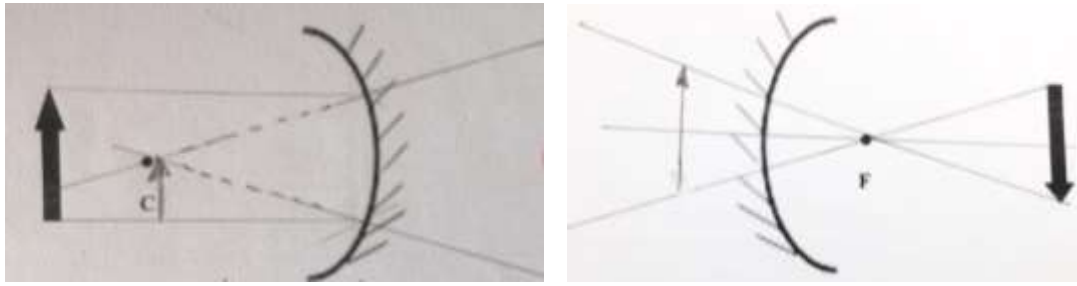
ที่ก่อนมีการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุตำแหน่งของภาพได้อย่างถูกต้อง โดยที่คำถามคู่ขนานกันของงานวิจัยนี้ นักศึกษามีแนวคิดของเรื่องตำแหน่งภาพสอดคล้องกัน คือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเหมือนกัน

คำถามเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องภาพที่เกิดของกระจกเงาโค้งนูนคลาดเคลื่อน ที่นักศึกษามีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าภาพที่เกิดเป็นภาพจริง ที่สอดคล้องงานวิจัยของกุลธิดา สุวัชรกุลธร (2556) และสอดคล้องกับงานวิจัยเสงี่ยม ช่างเกวียน (2541) ที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกลักษณะการเกิดภาพได้อย่างถูกต้อง โดยผู้เรียนเข้าใจเป็นภาพจริง หัวกลับหรือเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ และผู้เรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดภาพจากกระจกนูนเป็นภาพจริง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

กระจกเงาโค้งเว้า

แนวคิดของนักศึกษาที่สอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆ ที่ประกอบด้วยคำถามรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งเว้า และการบอกตำแหน่งของกระจกเงาโค้งเว้า

คำถามเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งเว้าคลาดเคลื่อน ที่นักศึกษาบางส่วนไม่เข้าใจคุณสมบัติของกระจกเงาโค้งเว้า ทำให้เขียนรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาโค้งเว้าคลาดเคลื่อน และนักศึกษาบางส่วนไม่เข้าใจจุดศูนย์กลางความโค้ง และจุดโฟกัสหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจุดศูนย์กลางความโค้งและจุดโฟกัส ที่สอดคล้องกับงานวิจัยเสงี่ยม ช่างเกวียน (2541) และงานวิจัยของ Goldberg & McDermott (1986) ที่ส่วนใหญ่ผู้เรียนวาดรังสีตกกระทบขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญ รังสีสะท้อนจะผ่านจุดศูนย์กลางกระจก จากนั้นลากรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุผ่านจุดศูนย์กลางกระจก และรังสีสะท้อนทั้งสองตัดกันเป็นตำแหน่งภาพ และนักศึกษายังมีแนวคิดรังสีการเกิดภาพคลาดเคลื่อนและนักศึกษาจำนวนมากไม่เข้าใจความสำคัญของรังสีการเกิดภาพ ดังภาพ 87 โดยที่คำถามคู่ขนานกันนักศึกษาของงานวิจัยนี้มีแนวคิดของเรื่องรังสีการเกิดภาพจากกระจกเงาเว้า สอดคล้องกัน คือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเหมือนกัน



ภาพ 87 แสดงนักศึกษามีแนวคิดการเกิดภาพคลาดเคลื่อน ข้อ 3A (ซ้าย) ข้อ 3B (ขวา)

คำถามเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องการบอกตำแหน่งภาพของกระจกเงาโค้งว่า ที่ นักศึกษาบางส่วนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนการบอกตำแหน่งภาพจากกระจกเงาโค้งว่า และ นักศึกษาบางส่วนไม่เข้าใจจุดศูนย์กลางความโค้งและจุดโฟกัสหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน เกี่ยวกับจุดศูนย์กลางความโค้งและจุดโฟกัส ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของกุลธิดา สุวัชรกุลธร (2556) ก่อนการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยผู้เรียนไม่สามารถระบุตำแหน่งของภาพได้ถูกต้อง โดยที่คำถามคู่ขนานกันนักศึกษาของงานวิจัยนี้มีแนวคิดของเรื่องตำแหน่งภาพสอดคล้องกัน คือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเหมือนกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัย ควรนำผลการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไข แนวคิดของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชา หลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ พื้นฐานให้ถูกต้อง โดยการปรับปรุงการเรียนการสอนเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา ควรมีการทดลองที่เห็นจริง ควรใช้สื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วยให้นักศึกษามองเห็นและเข้าใจได้ง่าย หลังจากมีการเรียนการสอนควรมีการทดสอบนักศึกษาเพื่อให้ นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็น เช่น การพูดคุย การวาดรูป การเขียนกราฟ เพื่อให้ สามารถตรวจสอบแนวคิดของนักศึกษาได้ว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไร ถ้านักศึกษาส่วนใหญ่ยังมีแนวคิดเรื่องนั้นคลาดเคลื่อนอยู่ควรมีการปรับแก้ไขให้นักศึกษา หากปล่อยทิ้งไว้จะเป็นอุปสรรคต่อการทำงานในอาชีพของครูผู้สอนต่อไป

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้ใช้กับนักศึกษาของนักศึกษาปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร 5 ปี ที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐานเท่านั้น ควรเพิ่มประชากรโดยใช้กับนักศึกษาในมหาวิทยาลัยอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการศึกษาแนวคิด เพราะแต่ละมหาวิทยาลัยมีการเรียนการสอนแตกต่างกันไป

ภาคผนวก ก

หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถาม



ที่ ศธ ๐๕๑๘.๐๗/๗๖๐

บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
หัวหมาก บางกะปิ กทม. ๑๐๒๔๐

๑๗ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายพิพัฒน์ เชื้อเมืองพาน

ด้วย นางสาวอัมพิกา ยอดกันต์ รหัสประจำตัว ๕๗๑๒๖๖๐๑๖๙ ปัจจุบันเป็นนักศึกษา
ระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“การศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา ของนักศึกษาที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมกรรมการสอน
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยรามคำแหง” จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและได้
พิจารณาว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถพิเศษจึงขออนุญาตเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่าง
ยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ พ.ด.ท. ดร. ศิริพงษ์ เสาภายน)
ผู้อำนวยการบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๓๑๐-๘๓๓๕



ที่ ศธ ๐๕๑๘.๐๗/ ๓๖๖

บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
หัวหมาก บางกะปิ กทม. ๑๐๒๔๐

๑๓ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายนรชัย ปัญโญ

ด้วย นางสาวอัมพิกา ยอดกันต์ รหัสประจำตัว ๕๗๑๒๖๖๐๑๖๔ ปัจจุบันเป็นนักศึกษา
ระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
"การศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา ของนักศึกษาที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมการสอน
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยรามคำแหง" จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและได้
พิจารณาว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถพิเศษจึงขออนุญาตเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่าง
ยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ พ.ต.ท. ดร. ศิริพงษ์ เสากายน)
ผู้อำนวยการบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๓๑๐-๘๓๓๕



ที่ ศธ ๐๕๑๘.๐๗/๓๖๒

บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
หัวหมาก บางกะปิ กทม. ๑๐๒๔๐

๑๗ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสาวแอปเปิ้ล มีรี

ด้วย นางสาวอัมพิกา ยอดกันต์ รหัสประจำตัว ๕๗๑๒๖๖๐๑๖๙ ปัจจุบันเป็นนักศึกษา
ระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“การศึกษาแนวคิดเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา ของนักศึกษาที่ลงเรียนในวิชาพฤติกรรมกรรมการสอน
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยรามคำแหง” จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและได้
พิจารณาว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถพิเศษจึงขออนุญาตเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่าง
ยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ พ.ต.ท. ดร. ศิริพงษ์ เคราภายน)
ผู้อำนวยการบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๓๓๐-๘๓๓๕

ภาคผนวก ข

คำถามที่ใช้ในแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนน

1A. เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงาดังภาพด้านล่าง ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้อธิบายการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด



ตาราง 32

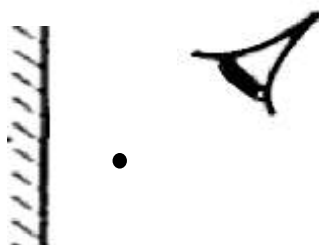
เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 1A

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
1) การเกิดภาพ		
กลุ่ม 1	ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดไปตกกระทบกับกระจกแล้วลากรังสีสะท้อนเข้าตา โดยจะต้องมีลูกศรกำกับทิศทางของรังสีด้วย หรือแสงจากวัตถุตกกระทบกับกระจกเงาราบแล้วสะท้อนภาพเข้าสู่ตา	
กลุ่ม 2	ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดไปตกกระทบกับกระจกแล้วลากรังสีสะท้อนเข้าตา	
กลุ่ม 3	ลากรังสีไปตกกระทบกระจกแล้วสะท้อนกลับมา	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1, 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าดวงสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 32 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
2) บอกตำแหน่งภาพ		
กลุ่ม 1	ภาพจะเกิดหลังกระจกเงาราบ และระยะห่างจากภาพไป ถึงกระจกจะเท่ากับระยะห่างจากกระจกไปยังวัตถุ	
กลุ่ม 2	วาดภาพเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างใกล้เคียงกับ วัตถุจริง	
กลุ่ม 3	วาดภาพไม่เหมือนวัตถุโดยเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะ ภาพห่างใกล้เคียงกับวัตถุจริง	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	
กลุ่ม 5	ไม่ว่าตรงสี่อะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนที่มีลักษณะและขนาดเหมือนวัตถุ	-
กลุ่ม 2	วาดรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุและตอบว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 3	ตอบแค่ว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/ มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าตรงสี่อะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

2A. เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาดังภาพด้านล่าง ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้อธิบายการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด

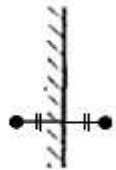


ตาราง 33

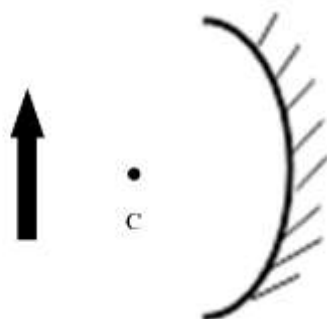
เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 2A

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
1) การเกิดภาพ		
กลุ่ม 1	ลากรังสี 2 รังสี จากวัตถุไปตกกระทบกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา โดยมีลูกศรกำกับทิศทางของรังสี	
กลุ่ม 2	ลากรังสี 2 รังสี จากวัตถุไปตกกระทบกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา	
กลุ่ม 3	ลากรังสี 2 รังสี จากภาพที่อยู่หลังกระจกเข้าสู่ตา	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 33 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
2) ตำแหน่งภาพ		
กลุ่ม 1	ภาพเกิดหลังกระจกเงาราบ และระยะห่างจากภาพไปถึงกระจกจะเท่ากับระยะห่างจากกระจกไปยังวัตถุ	
กลุ่ม 2	วาดภาพจะเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างไกล่เคียงกับวัตถุจริง	
กลุ่ม 3	วาดภาพไม่เหมือนวัตถุ โดยเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างไกล่เคียงกับวัตถุจริง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าจริงสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนที่มีขนาดเหมือนวัตถุ	-
กลุ่ม 2	วาดรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุและตอบว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือน ที่มีขนาดต่างจากวัตถุจริง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าจริงสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

3A. เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงา ซึ่งอยู่ไกลจากจุดศูนย์กลางความโค้ง(C) ดังภาพด้านล่าง ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้อาตรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือนเพราะเหตุใด

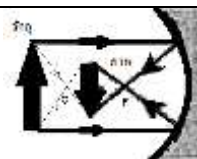
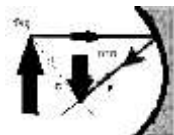


ตาราง 34

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 3A

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
กลุ่ม 1	1) การเกิดภาพ ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบกับกระจกเงาโค้งแล้วสะท้อนกลับมาตัดกันที่จุดโฟกัส จุดโฟกัสจะมีระยะเท่ากับครึ่งหนึ่งของจุดศูนย์กลางความโค้ง	
กลุ่ม 2	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบกับกระจกเงาโค้งแล้วสะท้อนกลับมาตัดกันที่จุดโฟกัส	
กลุ่ม 3	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบกับกระจกเงาโค้งแล้วสะท้อนกลับมาที่หน้ากระจกโค้ง	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม้อาตรังสีอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 34 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
กลุ่ม 1	2) ตำแหน่งภาพ ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้ง ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีสะท้อน	
กลุ่ม 2	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้ง ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีสะท้อน	
กลุ่ม 3	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้ง ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีสะท้อน	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าวัตถุอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-
กลุ่ม 1	3) ภาพที่เกิด เป็นภาพจริง หัวกลับ มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 2	เป็นภาพจริง มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ / ภาพจริง หัวกลับ	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพจริง มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
กลุ่ม 5	4) สาเหตุ เกิดภาพจริงเนื่องจากรังสีจริงตัดกันที่หน้ากระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 1	เกิดภาพจริงเนื่องจากรังสีจริงตัดกันที่หน้ากระจก / มองเห็นภาพได้โดยใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเนื่องจากรังสีตัดกันที่หน้ากระจก	-
กลุ่ม 3		-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าวัตถุอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-

4A. เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงาดังภาพด้านล่าง ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้อธิบายการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด



ตาราง 35

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 4A

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
1) การเกิดภาพ		
กลุ่ม 1	ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบกับกระจกเงาโค้งนูน แล้วสะท้อนออกไป แต่รังสีเสมือนจะสะท้อนกลับมาตัดกันที่จุดโฟกัสที่อยู่หลังกระจก จุดโฟกัสจะมีระยะเท่ากับครึ่งหนึ่งของจุดศูนย์กลางความโค้ง	
กลุ่ม 2	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบกับกระจกเงาโค้งนูน แล้วสะท้อนออกไป แต่รังสีเสมือนจะสะท้อนกลับมาตัดกันที่จุดโฟกัสที่อยู่หลังกระจก	
กลุ่ม 3	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบกับกระจกเงาโค้งนูน แล้วสะท้อนออกไป แต่รังสีเสมือนจะสะท้อนกลับมาตัดกันที่หลังกระจกเงาโค้งนูน	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

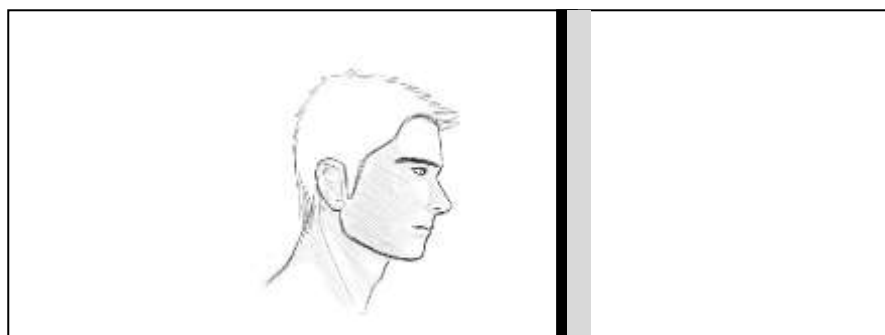
ตาราง 35 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
2) ตำแหน่งภาพ		
กลุ่ม 1	ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้งที่อยู่หลังกระจก ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีเสมือนที่สะท้อนมายังจุดโฟกัสที่อยู่หลังกระจก	
กลุ่ม 2	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้งที่อยู่หลังกระจก ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีเสมือนที่สะท้อนมายังจุดโฟกัสที่อยู่หลังกระจก	
กลุ่ม 3	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้งที่อยู่หลังกระจก ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีเสมือนที่สะท้อนมายังหลังกระจก	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าวัตถุอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 2	เป็นภาพเสมือน มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ / มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือน มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 35 (ต่อ)

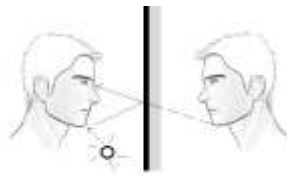
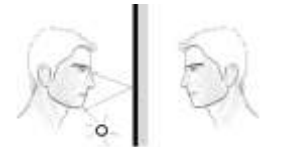
กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
	4) สาเหตุ	
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก หรือ มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลังกระจก	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-

5A. ในห้องที่มีดสนิท นายเอต้องการเห็นคางของตัวเองในกระจกเงาราบที่วางอยู่ข้างหน้านายเอดังภาพด้านล่าง นายเอจะต้องส่องไฟฉายไปยังตำแหน่งใดที่ให้เห็นคางของเขาอย่างชัดเจนที่สุด ให้วาดรังสีการเกิดภาพและพร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด



ตาราง 36

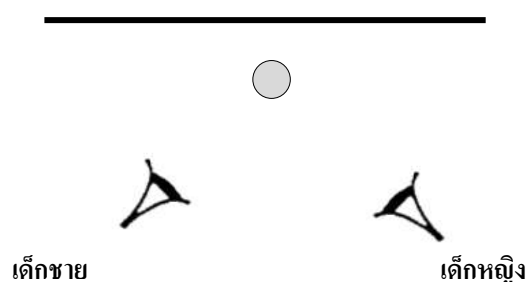
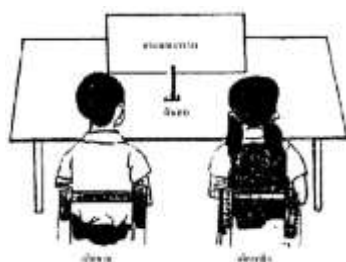
เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 5A

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
1) การเกิดภาพ		
กลุ่ม 1	แสงจากกลางตกระทบกับกระจกเงาราบแล้วสะท้อนภาพเข้าสู่ตา หรือลากรังสีตกระทบที่กระจกแล้วสะท้อนภาพเข้าสู่ตา	
กลุ่ม 2	แสงจากกลางตกระทบกับกระจกเงาราบแล้วสะท้อนแสงเข้าสู่ตา (ไม่มีรังสีเสมือนหลังกระจก)	
กลุ่ม 3	แสงจากกลางตกระทบกับกระจกเงาราบแล้วสะท้อนแสงเข้าสู่ตา (ไม่ได้วาดภาพหลังกระจก)	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าตรงสี่อะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-
2) ตำแหน่งไฟฉาย		
กลุ่ม 1	เมื่อส่องไฟฉายไปที่กาง จะมองเห็นกางได้ชัดเจนที่สุด	
กลุ่ม 2	-	
กลุ่ม 3	-	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1	
กลุ่ม 5	ไม่ว่าตรงสี่อะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	

ตาราง 36 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนที่มีขนาดเหมือนวัตถุ	-
กลุ่ม 2	วาดรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุและตอบว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือน ที่มีขนาดต่างจากวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/ มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

6A. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงนั่งข้างกันอยู่หน้ากระจกเงาราบที่ตั้งฉากกับโต๊ะในแนวระนาบ นักเรียนทั้งสองคนมองดินสอที่วางอยู่หน้ากระจกดังภาพด้านล่างซ้าย นักเรียนทั้งสองจะเห็นภาพบนกระจกอย่างไร ให้อธิบายการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพดังภาพด้านล่างขวา พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด



ตาราง 37

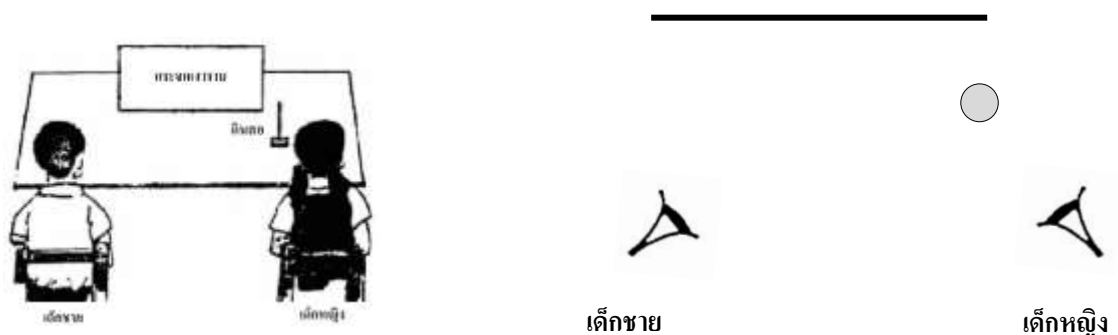
เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 6A

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
1) การเกิดภาพ		
กลุ่ม 1	ลากรังสีตกกระทบ 2 รังสี ตกกระทบกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา โดยมีลูกศรกำกับทิศทาง	
กลุ่ม 2	ลากรังสีตกกระทบ 2 รังสี ตกกระทบกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา ไม่มีลูกศรกำกับทิศทาง	
กลุ่ม 3	ลากรังสีตกกระทบ 2 รังสี ตกกระทบกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา ไม่มีภาพหลังกระจก	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-
2) ตำแหน่งภาพ		
กลุ่ม 1	ภาพจะเกิดหลังกระจกเงาราบ และระยะห่างจากภาพ ไปถึงกระจกจะเท่ากับระยะห่างจากกระจกไปยังวัตถุ	
กลุ่ม 2	วาดภาพเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่าง ใกล้เคียงกับวัตถุจริง	
กลุ่ม 3	วาดภาพเล็กหรือใหญ่กว่าวัตถุโดยเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่าง ใกล้เคียงกับวัตถุจริง	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 37 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนที่มีลักษณะและขนาดเหมือนวัตถุ	-
กลุ่ม 2	วาดรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุและตอบว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือนมีขนาดต่างจากวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/ มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือไม่อธิบายอะไรเลย	-

7A. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงนั่งข้างกันอยู่หน้ากระจกเงาราบที่ตั้งฉากกับโต๊ะในแนวระนาบ นักเรียนทั้งสองคนมองดินสอที่วางอยู่หน้ากระจกดังภาพด้านล่างซ้าย นักเรียนทั้งสองจะเห็นภาพบนกระจกอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพดังภาพด้านล่างขวา พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือนเพราะเหตุใด



ตาราง 38

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 7A

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
กลุ่ม 1	1) การเกิดภาพ ลากรังสี 2 รังสี จากวัตถุตกกระทบกับกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตาเด็กชาย โดยที่เด็กหญิงมองไม่เห็นภาพดินสอ โดยมีลูกศรกำกับทิศทาง	
กลุ่ม 2	ลากรังสี 2 รังสี จากวัตถุตกกระทบกับกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตาเด็กชาย โดยที่เด็กหญิงมองไม่เห็นภาพดินสอ ไม่มีลูกศรกำกับทิศทาง	
กลุ่ม 3	ลากรังสี 2 รังสี จากวัตถุตกกระทบกับกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตาเด็กชาย ไม่มีภาพหลังกระจก	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าตรงสี่อะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 38 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
2) ตำแหน่งภาพ		
กลุ่ม 1	ภาพจะเกิดหลังกระจกเงาราบ และระยะห่างจากภาพไปถึงกระจกจะเท่ากับระยะห่างจากกระจกไปยังวัตถุ	
กลุ่ม 2	วาดภาพเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างใกล้เคียงกับวัตถุจริง	
กลุ่ม 3	วาดภาพที่มีขนาดต่างจากวัตถุที่เกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างใกล้เคียงกับวัตถุจริง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าจริงคืออะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนที่มีลักษณะและขนาดเหมือนวัตถุ	-
กลุ่ม 2	วาดรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุและตอบว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือนที่มีขนาดต่างจากวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าจริงคืออะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-

8A. ทางสามแยกหรือสี่แยกจะมีการนำอุปกรณ์ที่เป็นกระจกเงาไปติดตั้งไว้ดังภาพด้านล่าง กระจกเงาที่ใช้เป็นกระจกเงาชนิดใด เพราะเหตุใดจึงใช้กระจกชนิดนี้ และภาพที่เกิดเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน



ตาราง 39

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 8A

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด
1) ชนิดกระจกเงา	
กลุ่ม 1	กระจกเงาโค้งนูน
กลุ่ม 2	กระจกนูน
กลุ่ม 3	กระจกเงาโค้ง
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3
กลุ่ม 5	ไม่ว่าจริงเสมือนอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย
2) ภาพที่เกิด	
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ
กลุ่ม 2	ภาพเสมือน ขนาดเล็กกว่าวัตถุ / ภาพเสมือนหัวตั้ง
กลุ่ม 3	ภาพเสมือน
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3
กลุ่ม 5	ไม่ว่าจริงเสมือนอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย

ตาราง 39 (ต่อ)

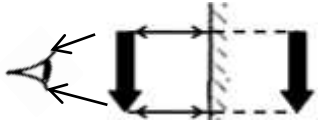
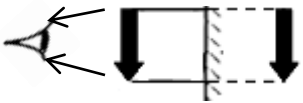
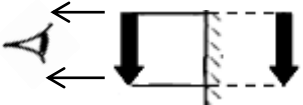
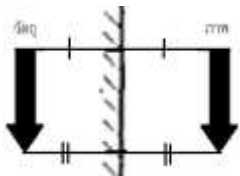
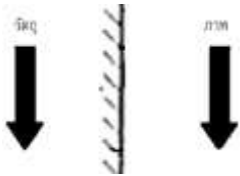
กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด
3) เหตุที่ใช้	
กลุ่ม 1	ให้เห็นภาพในมุมกว้างเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุตามทางแยกที่เป็นมุมอับ
กลุ่ม 2	ให้เห็นภาพในมุมกว้าง
กลุ่ม 3	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจาก 1 , 2 และ 3
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย
4) สาเหตุ	
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3
กลุ่ม 5	ไม่ว่าดั่งรังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย

1B. เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงาดังภาพด้านล่าง ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้อธิบายการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด



ตาราง 40

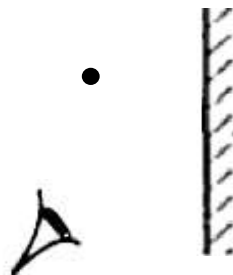
เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 1B

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
1) การเกิดภาพ		
กลุ่ม 1	ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดไปตกกระทบกับกระจกแล้วลากรังสีสะท้อนเข้าตา โดยจะต้องมีลูกศรกำกับทิศทางของรังสีด้วย หรือแสงจากวัตถุตกกระทบกับกระจกเงาราบแล้วสะท้อนภาพเข้าสู่ตา	
กลุ่ม 2	ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดไปตกกระทบกับกระจกแล้วลากรังสีสะท้อนเข้าตา	
กลุ่ม 3	ลากรังสีไปตกกระทบกระจกแล้วสะท้อนกลับมา	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าดรังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-
2) บอกตำแหน่งภาพ		
กลุ่ม 1	ภาพจะเกิดหลังกระจกเงาราบ และระยะห่างจากภาพไปถึงกระจกจะเท่ากับระยะห่างจากกระจกไปยังวัตถุ	
กลุ่ม 2	วาดภาพเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างใกล้เคียงกับวัตถุจริง	
กลุ่ม 3	วาดภาพที่ต่างจากวัตถุโดยเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างใกล้เคียงกับวัตถุจริง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าดรังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 40 (ต่อ)

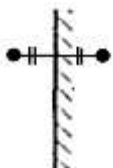
กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนที่มีลักษณะและขนาดเหมือนวัตถุ	-
กลุ่ม 2	วาดรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุและตอบว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือนที่มีขนาดต่างจากวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/ มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

2B. เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาดังภาพด้านล่าง ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้อธิบายการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด



ตาราง 41

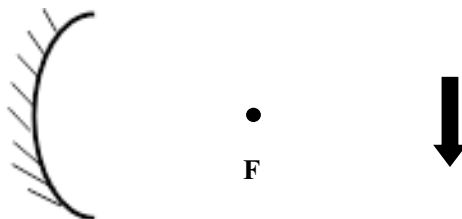
เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 2B

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
1) การเกิดภาพ		
กลุ่ม 1	ลากรังสี 2 รังสี จากวัตถุไปตกกระทบกระจกเงาราบแล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา โดยมีลูกศรกำกับทิศทางของรังสี	
กลุ่ม 2	ลากรังสี 2 รังสี จากวัตถุไปตกกระทบกระจกเงาราบแล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา	
กลุ่ม 3	ลากรังสี 2 รังสี จากภาพที่อยู่หลังกระจกเข้าสู่ตา	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-
2) ตำแหน่งภาพ		
กลุ่ม 1	ภาพเกิดหลังกระจกเงาราบ และระยะห่างจากภาพไปถึงกระจกจะเท่ากับระยะห่างจากกระจกไปยังวัตถุ	
กลุ่ม 2	วาดภาพจะเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างใกล้เคียงกับวัตถุจริง	
กลุ่ม 3	วาดภาพที่มีขนาดต่างจากวัตถุโดยเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างใกล้เคียงกับวัตถุจริง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 41 (ต่อ)

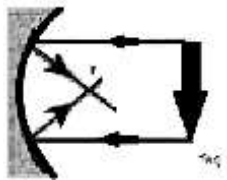
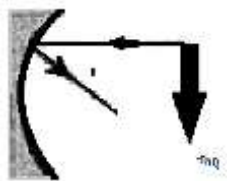
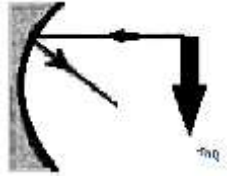
กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
	3) ภาพที่เกิด	
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนที่มีขนาดเหมือนวัตถุ	-
กลุ่ม 2	วาดรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุและตอบว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือน ที่มีขนาดต่างจากวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
	4) สาเหตุ	
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าดั่งรังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

3B. เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงา ซึ่งอยู่ไกลจากจุดโฟกัส (F) ดังภาพด้านล่าง ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด



ตาราง 42

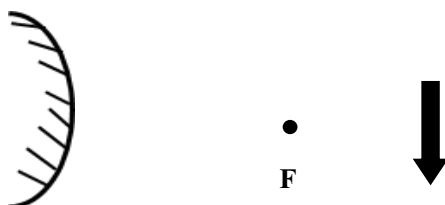
เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 3B

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
	1) การเกิดภาพ	
กลุ่ม 1	ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบบนกระจกเงาโค้งเว้า แล้วสะท้อนกลับมาตัดกันที่จุดโฟกัส จุดโฟกัสจะมีระยะเท่ากับครึ่งหนึ่งของจุดศูนย์กลางความโค้ง	
กลุ่ม 2	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบบนกระจกเงาโค้งเว้าที่ แล้วสะท้อนกลับมาตัดกันที่จุดโฟกัส	
กลุ่ม 3	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบบนกระจกเงาโค้งเว้าที่ แล้วสะท้อนกลับมาที่หน้ากระจกโค้งเว้า	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 42 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
2) ตำแหน่งภาพ		
กลุ่ม 1	ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้ง ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีสะท้อน	
กลุ่ม 2	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้ง ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีสะท้อน	
กลุ่ม 3	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้ง ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีสะท้อน	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าวัตถุอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	เป็นภาพจริง หัวกลับ มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 2	เป็นภาพจริง มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพจริง ที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพจริงเนื่องจากรังสีจริงตัดกันที่หน้ากระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพจริงเนื่องจากรังสีจริงตัดกันที่หน้ากระจก / มองเห็นภาพได้โดยใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเนื่องจากรังสีตัดกันที่หน้ากระจก	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าวัตถุอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-

4B. เมื่อวางลูกศรไว้หน้ากระจกเงา ซึ่งอยู่ไกลจากจุดโฟกัส (F) ดังภาพด้านล่าง ภาพที่เรามองเห็นเกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด

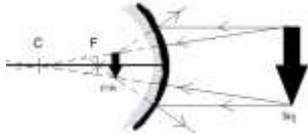
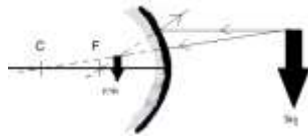
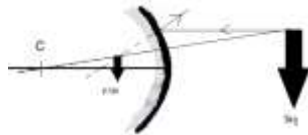


ตาราง 43

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 4B

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
1) การเกิดภาพ		
กลุ่ม 1	ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบกับกระจกเงาโค้งนูน แล้วสะท้อนออกไป แต่รังสีเสมือนจะสะท้อนกลับมาตัดกันที่จุดโฟกัสที่อยู่หลังกระจก จุดโฟกัสจะมีระยะเท่ากับครึ่งหนึ่งของศูนย์กลางความโค้ง	
กลุ่ม 2	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบกับกระจกเงาโค้งนูน แล้วสะท้อนออกไป แต่รังสีเสมือนจะสะท้อนกลับมาตัดกันที่จุดโฟกัสที่อยู่หลังกระจก	
กลุ่ม 3	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุเป็นเส้นตรงไปตกกระทบกับกระจกเงาโค้งนูน แล้วสะท้อนออกไป แต่รังสีเสมือนจะสะท้อนกลับมาตัดกันที่หลังกระจกเงาโค้งนูน	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 43 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
2) ตำแหน่งภาพ		
กลุ่ม 1	ลากรังสีจากจุดบนสุดและจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้งที่อยู่หลังกระจก ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีเสมือนที่สะท้อนมายังจุดโฟกัสที่อยู่หลังกระจก	
กลุ่ม 2	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้งที่อยู่หลังกระจก ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีเสมือนที่สะท้อนมายังจุดโฟกัสที่อยู่หลังกระจก	
กลุ่ม 3	ลากรังสีจากจุดบนสุดหรือจุดล่างสุดของวัตถุไปตัดกับจุดศูนย์กลางความโค้งที่อยู่หลังกระจก ซึ่งรังสีนี้จะตัดกับรังสีเสมือนที่สะท้อนมายังหลังกระจก	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าวัตถุอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 2	เป็นภาพเสมือน มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือนที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 43 (ต่อ)

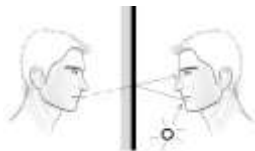
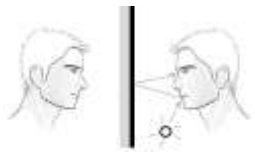
กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก หรือ มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลังกระจก	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย	-

5B. ในห้องที่มีดสนิท นายบีต้องการเห็นปากของตัวเองในกระจกเงาราบที่วางอยู่ข้างหน้านายบีดังภาพด้านล่าง นายบีจะต้องส่องไฟฉายไปยังตำแหน่งใดที่ให้เห็นปากของเขาอย่างชัดเจนที่สุด ให้วาดรังสีการเกิดภาพและพร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด



ตาราง 44

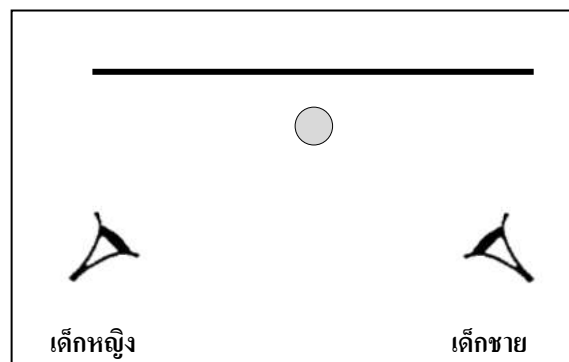
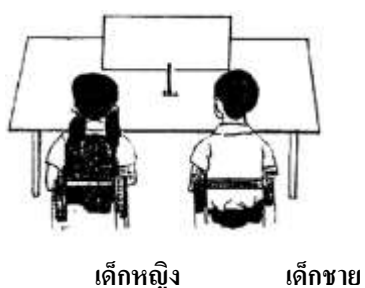
เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 5B

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
1) การเกิดภาพ		
กลุ่ม 1	แสงจากปากตกกระทบกับกระจกเงาราบแล้วสะท้อนภาพเข้าสู่ตา หรือลากรังสีตกกระทบที่กระจกแล้วสะท้อนภาพเข้าสู่ตา	
กลุ่ม 2	แสงจากปากตกกระทบกับกระจกเงาราบแล้วสะท้อนแสงเข้าสู่ตา (ไม่มีรังสีเสมือนหลังกระจก)	
กลุ่ม 3	แสงจากปากตกกระทบกับกระจกเงาราบแล้วสะท้อนแสงเข้าสู่ตา (ไม่ได้วาดภาพหลังกระจก)	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าดวงตาสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-
2) ตำแหน่งไฟฉาย		
กลุ่ม 1	เมื่อส่องไฟฉายไปที่ปาก จะมองเห็นปากได้ชัดเจนที่สุด	
กลุ่ม 2	-	
กลุ่ม 3	-	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าดวงตาสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 44 (ต่อ)

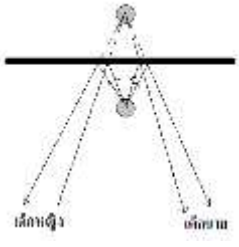
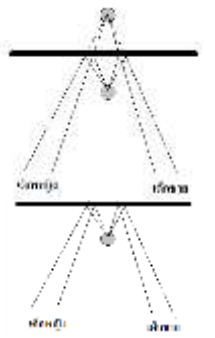
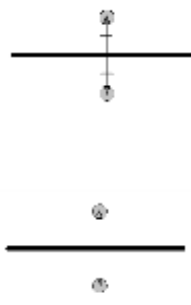
กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนที่มีขนาดเหมือนวัตถุ	-
กลุ่ม 2	วาดรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุและตอบว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือน ที่มีขนาดต่างจากวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/ มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

6B. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงนั่งข้างกันอยู่หน้ากระจกเงาราบที่ตั้งฉากกับโต๊ะในแนวระนาบ นักเรียนทั้งสองคนมองดินสอที่วางอยู่หน้ากระจกดังภาพด้านล่างซ้าย นักเรียนทั้งสองจะเห็นภาพบนกระจกอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพดังภาพด้านล่างขวา พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด



ตาราง 45

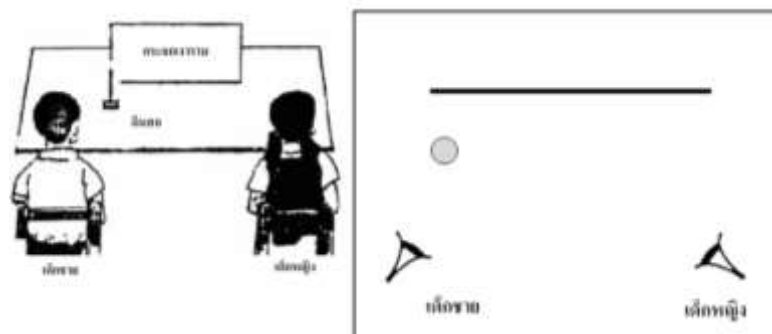
เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 6B

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
กลุ่ม 1	1) การเกิดภาพ	
	ลากรังสีตกกระทบ 2 รังสี ตกกระทบกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา โดยมีลูกศรกำกับทิศทาง	
กลุ่ม 2	2) ตำแหน่งภาพ	
	ลากรังสีตกกระทบ 2 รังสี ตกกระทบกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา ไม่มีลูกศรกำกับทิศทาง	
กลุ่ม 3	3) ลักษณะภาพ	
	ลากรังสีตกกระทบ 2 รังสี ตกกระทบกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา ไม่มีภาพหลังกระจก	
กลุ่ม 4	4) คำตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
	5) ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	
กลุ่ม 5	1) ตำแหน่งภาพ	
	ภาพจะเกิดหลังกระจกเงาราบ และระยะห่างจากภาพ ไปถึงกระจกจะเท่ากับระยะห่างจากกระจกไปยังวัตถุ	
กลุ่ม 6	2) ลักษณะภาพ	-
	วาดภาพเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างไกลี่เคียงกับวัตถุจริง	
กลุ่ม 7	3) วาดรูปที่มีขนาดต่างจากวัตถุโดยเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างไกลี่เคียงกับวัตถุจริง	-
	4) คำตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	
กลุ่ม 8	5) ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 45 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนที่มีลักษณะและขนาดเหมือนวัตถุ	-
กลุ่ม 2	วาดรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุและตอบว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือนที่มีขนาดต่างจากวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/ มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือไม่อธิบายอะไรเลย	-

7B. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงนั่งข้างกันอยู่หน้ากระจกเงาราบที่ตั้งฉากกับโต๊ะในแนวระนาบ นักเรียนทั้งสองคนมองดินสอที่วางอยู่หน้ากระจกดังภาพด้านล่างซ้าย นักเรียนทั้งสองจะเห็นภาพบนกระจกอย่างไร ให้วาดรังสีการเกิดภาพและตำแหน่งของภาพดังภาพด้านล่างขวา พร้อมทั้งอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือนเพราะเหตุใด

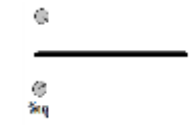


ตาราง 46

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 7B

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
กลุ่ม 1	1) การเกิดภาพ ลากรังสี 2 รังสี จากวัตถุตกกระทบกับกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตาเด็กชาย โดยที่เด็กหญิงมองไม่เห็นภาพดินสอ โดยมีลูกศรกำกับทิศทาง	
กลุ่ม 2	ลากรังสี 2 รังสี จากวัตถุตกกระทบกับกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตาเด็กชาย โดยที่เด็กหญิงมองไม่เห็นภาพดินสอ ไม่มีลูกศรกำกับทิศทาง	
กลุ่ม 3	ลากรังสี 2 รังสี จากวัตถุตกกระทบกับกระจกเงาราบ แล้วเกิดรังสีสะท้อนเข้าสู่ตาเด็กชาย ไม่มีภาพหลังกระจก	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าดวงรังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

ตาราง 46 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด	รูป
2) ตำแหน่งภาพ		
กลุ่ม 1	ภาพจะเกิดหลังกระจกเงาราบ และระยะห่างจากภาพไปถึงกระจกจะเท่ากับระยะห่างจากกระจกไปยังวัตถุ	
กลุ่ม 2	วาดภาพเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างใกล้เคียงกับวัตถุจริง	
กลุ่ม 3	วาดภาพที่ที่มีขนาดต่างจากวัตถุโดยเกิดหลังกระจกเงาราบ ระยะภาพห่างใกล้เคียงกับวัตถุจริง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าจริงสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-
3) ภาพที่เกิด		
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนที่มีลักษณะและขนาดเหมือนวัตถุ	-
กลุ่ม 2	วาดรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุและตอบว่าเป็นภาพเสมือน	-
กลุ่ม 3	เป็นภาพเสมือนที่มีขนาดต่างจากวัตถุ	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย	-
4) สาเหตุ		
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ	-
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง	-
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3	-
กลุ่ม 5	ไม่ว่าจริงสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย	-

8B. ในร้านสะดวกซื้อจะมีการนำอุปกรณ์ที่เป็นกระจกเงาไปติดตั้งไว้ดังภาพด้านล่าง
กระจกเงาที่ใช้เป็นกระจกเงาชนิดใด เพราะเหตุใดจึงใช้กระจกชนิดนี้ และภาพที่เกิดขึ้น
ภาพจริงหรือภาพเสมือน



ตาราง 47

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามข้อ 8B

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด
	1) ชนิดกระจกเงา
กลุ่ม 1	กระจกเงาโค้งนูน
กลุ่ม 2	กระจกนูน
กลุ่ม 3	กระจกเงาโค้ง
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3
กลุ่ม 5	ไม่ว่าจริงเสมือนอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย
	2) ภาพที่เกิด
กลุ่ม 1	ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ
กลุ่ม 2	ภาพเสมือน ขนาดเล็กกว่าวัตถุ / ภาพเสมือนหัวตั้ง
กลุ่ม 3	ภาพเสมือน
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3
กลุ่ม 5	ไม่ว่าจริงเสมือนอะไรเลยหรืออธิบายอะไรเลย

ตารางที่ 47 (ต่อ)

กลุ่ม	ความเข้าใจแนวคิด
3) เหตุที่ใช้	
กลุ่ม 1	ให้เห็นภาพในมุมกว้างเพื่อให้เห็นภาพในมุมอับ
กลุ่ม 2	ให้เห็นภาพในมุมกว้าง
กลุ่ม 3	
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3
กลุ่ม 5	ไม่อธิบายอะไรเลย
4) สาเหตุ	
กลุ่ม 1	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก ทำให้มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ
กลุ่ม 2	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีเสมือนตัดกันที่หลังกระจก/มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากมารับภาพ
กลุ่ม 3	เกิดภาพเสมือนเนื่องจากรังสีตัดกันที่หลัง
กลุ่ม 4	ตอบคำถามที่แตกต่างจากกลุ่ม 1 , 2 และ 3
กลุ่ม 5	ไม่ว่ารังสีอะไรเลยหรือหรืออธิบายอะไรเลย

บรรณานุกรม

- กรรณิกา แจ่มพินัย. (2535). *การวิเคราะห์แนวคิดที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์*.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กุลธิดา สุวัชรกุลธร. (2556). *การพัฒนาแนวคิดและการถ่ายโอนแนวคิดเรื่องแสง
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร-
มหาบัณฑิต, มหาลัทยเกษตรศาสตร์.
- คณะอนุกรรมการการวิจัยและการพัฒนาหลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี.
(2524). *การประเมินผลสมรรถภาพของบัณฑิตทางการสอนวิทยาศาสตร์ ใน
ประเทศไทย*. กรุงเทพมหานคร: ทบวงวิทยาลัย.
- ดวงตาและการมองเห็น. (2553). *บทความวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์*. ค้นเมื่อ 20
มกราคม 2560 , จาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/41984>
- ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2552). *การสำรวจแนวคิดเรื่องแสง
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร*. *วารสารวิจัย
มช.* 14, 2552, 310-322.
- ชัยญรัตน์ แก้วศรีงาม. (2554). *การใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4EX2 ที่มีต่อแนวคิด
เรื่องแสงและการมองเห็นและทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต,
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญมี พันธุ์ไทย. (2557). *ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษาเบื้องต้น*. ค้นเมื่อ 6 เมษายน 2560,
จาก http://e-book.ru.ac.th/ebook_files/MR393/mobile/index.html#p=6
- ประยูทธ คงอินทร์. (2538). *การศึกษาแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์ : อัตราเร็ว
ของแสง การสะท้อนของแสง การหักเหของแสง และการมองเห็นของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการ.

กรุงเทพมหานคร : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2557). การแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์.

เอกสารประกอบการประชุมวิชาการงานมหกรรม ทางการศึกษาเพื่อพัฒนา

วิชาชีพครูครั้งที่ 7; 15-17 ตุลาคม 2557; อาคารอิมแพคฟอรัม (ฮอลล์ 9)

อิมแพคเมืองทองธานี.

มหาวิทยาลัยรามคำแหง. (2557). คณะศึกษาศาสตร์. เป้าหมายของคณะศึกษาศาสตร์.

ค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก [http:// www.edu.ru.ac.th/index.php/2014-04-17-](http://www.edu.ru.ac.th/index.php/2014-04-17-03-56-47)

03-56-47

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2555). การวัด-

ประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2548). หนังสือเรียน

สาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3. กรุงเทพมหานคร : อรุณ-

ลาดพร้าว.

สุกัญญา เบญจมาศ. (2544). การศึกษาแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์ :

อัตราเร็วของแสง การสะท้อนของแสง การหักเหของแสง และการมองเห็นของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิทยาศาสตร์

ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

โสภณพรณ แสงศัพท์. (2538). แนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางฟิสิกส์ในวิชาแสงที่ได้จาก

พิจารณาคำตอบอย่างเดียวกับวิธีที่พิจารณาทั้งคำตอบและเหตุผลของนักเรียน

โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มโรงเรียนที่ 5. วิทยานิพนธ์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยลัยเกษตรศาสตร์.

เสถียร ช่างเกวียน. (2541). การติดตามการสอนซ่อมเสริมในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแสง โดยใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนแนวคิด

ของโพสเนอร์และคณะ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เสาวลักษณ์ เหลืองดี. (2552). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อ
ความเข้าใจแนวคิดและความพึงใจ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและ
การเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร-
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Baxter, J. A., & Lederman, N. G. (1999). *Assessment and measurement of pedagogical
content knowledge*. In J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (Eds.),
Examining PCK (pp. 147-163). Boston, MA: Kluwer.

Brickhouse, N.W., R. D. Zoubieda, W. J. Letts, and H. L. Shipman. (2000). Diversity
of Students' Views about Evidence, Theory, and The Interface between Science
and Religion in an Astronomy Course. *Journal of Research in Science teaching*
37(4), 340-362.

Chung, C., Huann, S. & Ming, L. (2002). Developing a Two-Tier Diagnostic
Instrument to Assess High School Students' Understanding - The Formation of
by a Plane Mirror. *Proc. Natl. Sci. Counc*, 2002, 106-121.

Dave, S. H. (2005). Primary Trainee Teachers' Learning and Teaching About
Light: Some pedagogic implications for initial teacher training. *International
Journal of Science Education*, 2005, 1447-1475.

Fred, M. G. & Lillian, C. M. (1985). An investigation of student understanding of the
real formed by a converging lens or concave mirror. *Americon of Physics
Teachers*, 1986, 108-119.

Ronald K. Atwood & Virginia A. Atwood. (1996). Effects of Instruction on Preservice
Elementary Teachers' Conceptions of the Causes of Night and Day and the
Seasons. *Journal of Science Teacher Education*, 8(1), 1-13.

Simeon Mbewe. (2012). *Middle School Teachers' Familiarity with, interest in,
Performance, and Conceptual and Pedagogical Knowledge of Light*. Bachelor
of Education, Southern Illinois University Carbondale.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวคณกัศ ยอดกันต์
วัน เดือน ปีเกิด	13 พฤษภาคม 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงราย
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนอนุชนาถอนุสรณ์ จังหวัดเชียงราย ปีการศึกษา 2551 สำเร็จปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2555
ตำแหน่งหน้าที่	
การงานปัจจุบัน	-