

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องแสง
โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

ปริญญานิพนธ์

ของ

ศิกษาสีชน มณีพันธุ์

ขอเสนอ

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

11 มีนาคม 2519

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

ศาสตราจารย์ ดร. นิตยา
ศิริรักษ์

ประธาน

กรรมการ

ประกาศคุณประการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ก็ด้วยความมีพระคุณของอาจารย์สมศักดิ์
แสนสุข อาจารย์สมบุรณ ร่มแก้ว คณะวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้คำแนะนำและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา จึง
ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ อาจารย์ใหญ่ คณะครู อาจารย์ โรงเรียนเมืองกลาง ที่ได้
ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิต เพื่อนอาจารย์วิทยาลัยครูภูเก็ตทุกท่าน ที่ให้ความ
สนับสนุน และเป็นกำลังใจ อันมีส่วนช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

กฤษาธิชน มณีพันธุ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
คำนำ	1
ความมุ่งหมายของการค้นคว้า	5
สมมติฐานของการค้นคว้า	5
ความสำคัญของการค้นคว้า	5
ข้อตกลงเบื้องต้น	6
ขอบเขตของการค้นคว้า	6
คำนิยามเฉพาะศัพท์	7
2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	9
3 วิธีดำเนินการ	18
เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้า	18
กลุ่มตัวอย่าง	19
การดำเนินการทดลอง	20
การวัดกระทำข้อมูล	21
การวิเคราะห์ข้อมูล	21
4 ผลการทดลอง	23
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	23
การเปรียบเทียบคะแนนความรูพื้นฐาน	23
การเปรียบเทียบคะแนนความรูพื้นฐานกับคะแนน	23
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	24
การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	25
การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์	26

บทที่	หน้า
5 สรุป, อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	28
สรุปผลการวิจัย	30
อภิปรายผล	30
ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	
ก. การวิเคราะห์ข้อมูล	
ข. บทเรียนโปรแกรม	
ค. แบบทดสอบ	

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนรู้ ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	20
2 ความแตกต่างของคะแนนความรู้พื้นฐานระหว่างนักเรียน ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	24
3 ความแตกต่างระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง	24
4 ความแตกต่างระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม	25
5 ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	26
6 ความแตกต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ในการ ทดสอบครั้งแรกและครั้งหลัง ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง	26
7 ความแตกต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ในการ ทดสอบครั้งแรกและครั้งหลังของนักเรียนในกลุ่มควบคุม	27

บทที่ ๑

บทนำ

คำนำ

ปัจจุบันความตื่นตัวทางการศึกษาของประชากรในประเทศไทยมีวันจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังจะเห็นได้จากความคึกคักของเด็กเล็ก ที่สมัครเข้าเรียนในโรงเรียน และอดทนศึกษาต่อจนมีความสามารถของโรงเรียนและสถานศึกษานั้นๆ รับไว้ได้ จึงได้ทำการขยายสถานศึกษาออกไป เพื่อให้เด็กจะสามารถรับเข้าเรียนได้มากขึ้นตามอัตราที่เพิ่ม ตามความต้องการของประชากร แม้กระนั้นก็มีจำนวนครูและสถานศึกษาที่เพิ่มก็ยังไม่เพียงพอปริมาณเด็กเรียนที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัญหาครูไม่ครบชั้นในโรงเรียนต่างๆ ที่อยู่ห่างออกไปก็ยังคง เป็นปัญหาที่ยังไม่อาจแก้ไขให้จุลงไปได้ ภาระความรับผิดชอบของครูต่อนักเรียนจำนวนมากนั้น นับ เป็นการเพิ่มภาระให้กับครูสอนมากยิ่งขึ้น โดยปกติ "การที่ครู 1 คน จะสอนนักเรียนทั้งหมดจำนวน 30-40 คน ย่อมไม่ทั่วถึง ทั้งนักเรียนแต่ละคนก็มีความสามารถ ความถนัดไม่เหมือนกัน นักเรียนบางคน สามารถเข้าใจบทเรียนได้ทันทีหลังจากที่ครูอธิบายเป็นครั้งแรก ถ้าครูอธิบายซ้ำสำหรับ เด็กคนอื่น ๆ นักเรียนพวกนี้ก็จะเบื่อ ขณะเดียวกันนักเรียนบางคนจะไม่เข้าใจบทเรียนนั้นเลย นักเรียนเหล่านั้นอาจจะเกิดความละอายใจเวลาขอให้ครูอธิบายซ้ำ" (เคือนใจ ทงสวัสดิ์, 2515) ทำให้เกิดความท้อถอยในการเรียนได้ ซึ่งจะ เป็นผลเสียแก่นักเรียนอย่างยิ่ง

การสอนในปัจจุบันเรามีแนวคิดดังนี้

1. ให้เด็กเรียนรู้หาวิชาที่ตนเองรักให้ดีที่สุด
2. ให้เด็กเรียนรู้หาวิชาที่รักเร็วที่สุด
3. ให้เด็กเกิดความเห็นอกเห็นใจ หรือใช้ความพยายามน้อยที่สุด

โดยอาศัยแนวความคิดดังกล่าว ก็พอที่จะกำหนดลักษณะของการสอนที่ดี

ได้ คือ

1. ให้เด็กเรียนจากประสบการณ์

2. ให้เหมาะสมกับความเจริญเติบโตของเด็ก
3. ต้องระมัดระวังความแตกต่างระหว่างบุคคล
4. ให้เด็กเจริญเติบโตทั้งร่างกาย สมอง อารมณ์ และสังคม
5. ให้เด็กรู้จักอยู่รวมกันในสังคมประชาธิปไตย
6. สอนโดยวิธีแนะให้เด็กได้เรียนด้วยตนเอง

(คณะกรรมการศึกษา วิจัยและวิชาการศึกษา ประสานนิคม, 2518 : 88)

ลักษณะดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ หากจำนวนครูและนักเรียนมีความไม่สมดุลกันถึง เช่นที่เป็นอยู่ นักการศึกษาจึงพยายามอย่างยิ่งที่จะศึกษากรรมวิธีใหม่ๆ เพื่อที่จะแก้ไขเรื่องการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การใช้บทเรียนสำเร็จรูป หรือบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) ในนักเรียนศึกษาด้วยตนเอง เป็นกรรมวิธีใหม่ที่กำลังแพร่หลายอยู่ในหลายประเทศ ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นกรรมวิธีหนึ่งที่จะช่วยการสอบของครูให้มีประสิทธิภาพได้เป็นอย่างดี ในภาวะที่เรากำลังขาดแคลนครู

บทเรียนสำเร็จรูป เป็นอุปกรณ์หลักสูตร (Curriculum Material) ที่บรรจุลงในเครื่องกลอน หรือพิมพ์เป็นเล่ม ซึ่งผ่านการร่างเป็นบทเรียนอย่างละเอียดครบถ้วนแล้ว ทั้งในด้านเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีของการเรียนที่ถูกต้อง มีการกำหนดเนื้อหาไว้อย่างแน่นอน และจัดวางลำดับเนื้อหาวิชาให้เป็นไปตามลำดับขั้นอย่างมีระเบียบแบบแผน โดยอาศัยพื้นฐานจากการศึกษาความรู้ในทางสรีรวิทยา จิตวิทยา และสังคมวิทยา ตลอดจนลักษณะทางสังคม และสิ่งแวดล้อมของกลุ่มเด็กที่จะเรียน ดังนั้นเพื่อให้เด็กที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปได้รับผลคุ้มค่ากับเวลาอย่างดีที่สุด (กรรณิการ์ กระทรวงศึกษาธิการ, 2515, 204-208) นั่นก็คือ บทเรียนสำเร็จรูปเป็นส่วนหนึ่งของการสอนที่จัดทำไว้ล่วงหน้า สำหรับให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเองหรือที่เรียกว่า การสอนสำเร็จรูป ซึ่งอาจนิยามได้ว่า หมายถึง ลำดับประสบการณ์ที่จัดวางไว้ สำหรับนำผู้เรียนไปสู่ความสำเร็จ โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการสนองตอบ ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าประสิทธิภาพ (เปื้อง กุบุตร, 2516)

เน้นต้องเรียนไปพร้อมๆ กัน

3. ช่วยแบ่งเบาภาระครูในการสอนข้อเท็จจริงต่างๆ ทำให้ครูมีเวลาเตรียมบทเรียนที่ต้องการความสร้างสรรค์มากขึ้น

4. อาจช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูไปบ้าง โดยการช่วยลดอัตราค่าการสอน และเพิ่มชั่วโมงการเรียนตามคำพิพากษณ์ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2515 : 99-111)

เวคส์ คี ฟินน์ ได้กล่าวถึงผลดีของการสอนแบบโปรแกรมที่มีต่อครู นักเรียน และวงการศึกษาวา

1. การสอนแบบนี้ เสมือนกับการลดนักเรียน เป็นรายบุคคล ซึ่งสามารถแก้ไขความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนได้

2. การใช้วิธีสอนแบบนี้ จะช่วยยกฐานะของครูให้สูงขึ้นสมกับเป็นนักการศึกษา เพราะการนำเอาเครื่องมือ หรือวิธีการใหม่ เข้ามามีใช้ย่อมเป็นการกระตุ้นและผลักดันให้ครูว่าเป็นต้องเพิ่มความรู้ ความถนัด ความสามารถ และประสิทธิภาพของตนเองให้มากขึ้น

3. การนำเอาเครื่องมือ หรือวิธีสอนใหม่ เข้ามามีใช้ในวงการศึกษาย่อมก่อให้เกิดแนวทางในการค้นคว้าและวิจัย เพื่อปรับปรุงการศึกษาให้ดีขึ้น

(James D. Finn ; 19-21)

โดยทั่วไปการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม จะมีหลักสำคัญดังนี้

1. จะก่อให้เกิดขมมูลดีเฉพาะเจาะจงลงไปแก่ผู้เรียน และมีการกำหนดเพื่อที่จะให้ผู้เรียนหาคำตอบที่สัมพันธ์กับข้อมูลใดๆ โดยตรง

2. ผู้เรียนจะสามารถตรวจสอบคำตอบของตนได้ในทันทีที่พบได้ ในกรณีที่คำตอบถูกต้อง ก็จะเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียนที่การปฏิบัติที่เรียนต่อไป หากคำตอบผิด ผู้เรียนก็จะย้อนกลับไปทำความเข้าใจความนั้นใหม่จนกว่าคำตอบของเขาจะเหมาะสม และสอดคล้องกับบทเรียนนั้น

3. ขั้นตอนของการเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนได้ก้าวไปข้างหน้าอย่างรวดเร็วของตัวเองโดยไม่รู้สึกว่าท้อ

วิธีนี้ โกลลาวถึงบทเรียนสำเร็จรูปว่า " เป็น เครื่องมือที่เสนอเนื้อหา ให้กับผู้เรียนในลักษณะที่เป็นไปตามลำดับขั้น โดยแต่ละขั้นจะแบ่งความคิดที่ลึกซึ้ง เบาลง เป็นการตั้งคำถามที่สัมพันธ์กับความคิดนั้นๆอย่างตรงไปตรงมา ซึ่ง เป็นการ ให้เด็กได้ตอบคำถามก่อนที่จะก้าวขึ้นสู่ขั้นต่อไป เรียบเรียงที่ใกล้เคียงที่สุดของ เขาไว้ เพื่อที่จะให้เขาเรียนนำไปเปรียบเทียบกับคำตอบของเขาเรียนเอง ในแต่ละขั้น หรือ กระทั่งช่วยผู้เรียนก้าวไปสู่ขั้นต่อไปอย่างเหมาะสม (Wittich, 1817)

เฮอแมน โกลลาวว่า บทเรียนสำเร็จรูป อาจหมายถึงวิธีการเสนอ บทเรียนให้กับผู้เรียนเป็นชั้นๆตามลำดับ ในรูปของข้อความ คำถาม หรือแบบฝึกหัด ซึ่งจะ เป็นตัวบังคับให้ผู้เรียนหากำตอบ คำตอบแต่ละคำตอบจะสมบูรณ์หรือไม่ ผู้เรียนสามารถที่จะค้นพบได้ในทันทีทันใดว่า คำตอบนั้นถูกหรือผิด และอะไร คือคำตอบที่ถูกต้อง (Herman ; 228-230) ทั้งนี้การสอนโดยวิธีบทเรียนสำเร็จ รูปหรือบทเรียนโปรแกรมจึง เป็นวิธีที่จัดเนื้อหาในรูปของคำสอนย่อยละเอียด มี ลำดับขั้น ซึ่ง เป็นการ เปิดโอกาสให้ผู้เรียน เรียนจากโปรแกรมควบคุมตนเองเป็นส่วน ใหญ่ ครู เป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น คำสอนของโปรแกรมนั้นจัดเป็นรูปคำถาม ใหญ่เรียนตอบในแต่ละข้อเป็นขั้นตอนละเอียด (บุญ บง เภม, 2513)

โปรแกรมที่ดี สามารถสอนให้เข้าใจรากฐานของวิชาทางวิชาใด ซึ่ง เป็นการแบ่ง เนื้อหาของกรไต่ถาม โดยเขาจะอย่างยิงในสภาพที่เรารู้จักกลบ กรู แทนที่ครูจะต้องสอนวิชาพวกนี้ ครูก็จะได้ใจ เวลาสำหรับการ เตรียมการสอน วิชาอื่น ถึงแม้ว่าในกรูมีเวลาว่างมากพอที่จะเอาใจใส่กับนักเรียนได้ทั่วถึงกว่า (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2513 160-165)

วิจิตร ศรีสอาด กล่าววว่า บทเรียนโปรแกรมที่ออกแบบหลักสูตรวิชา มี ประโยชน์หลายประการ ที่เด่นชัดคือ

1. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียน เรียนด้วยตนเองตามอัตราความสามารถ ของตน

2. สนองความสามารถ และความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี ก็ เด็กเรียนเร็วก็ก้าวหน้าไปเร็ว เด็กเรียนช้าก็เรียนไปตามความสามารถไม่จำ

ด้วยเหตุที่การใช้บทเรียนโปรแกรมในประเทศไทย เรายังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเพื่อช่วยในการสอนของครู ตลอดจนการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนจึง เป็นความจำเป็นที่ต้องกระทำ ผู้วิจัยตระหนักในความสำคัญอันยิ่งใหญ่นี้ จึงได้สร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแสง ขึ้นใช้ทำการทดลอง เพื่อศึกษา เปรียบ เปรียบผลสัมฤทธิ์ในการ เรียน และศึกษาว่าเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการสอนโดยวิธีบทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการ เรียน เรื่องแสง ของนักเรียนจากการสอนโดยวิธีบทเรียนโปรแกรม กับการสอนตามปกติ
3. เพื่อศึกษาว่าเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ จากการสอนโดยวิธีบทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

สมมติฐานการค้นคว้า

1. ผู้ที่เรียนด้วยการใช้บทเรียนโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนสูงกว่าผู้ที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ
2. ผลการฉายทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการเรียน สูงกว่าก่อนการเรียน

ความสำคัญของการศึกษา

1. เป็นการ เผยแพร่วิธีการสร้าง และการใช้บทเรียนโปรแกรมในการเรียนการสอนทั่วไป

2. เป็นแนวทางที่ครูจะศึกษาและทดลองสร้างบทเรียนโปรแกรมขึ้นใช้เอง
3. เป็นการ เสริมสร้างแนวความคิดในการนำวงจรบทเรียนการศึกษามาปรับปรุงการจดบันทึกของครู
4. เป็นการช่วยครูในเรื่องการสอน
5. เป็นแนวทางที่จะแก้ปัญหาการขาดครูวิทยากรในโรงเรียน โดยอาศัยบทเรียนโปรแกรมช่วยเหลือ
6. เพื่อเป็นแนวทางที่จะใช้บทเรียนโปรแกรมในการจัดการศึกษานอกระบบโรงเรียน

ข้อทดลอง เมืองตา

1. นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีความสามารถในการเรียนพอๆกัน
2. บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้น มีความสมบูรณ์ในเนื้อหา ในหน่วยที่จะสอนตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2503
3. นักเรียนมีความจริงจังในอันที่จะใช้ความสามารถของตนเอง เรียนจากบทเรียนโปรแกรม

ข้อ เปรียบของการทดลอง

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนเมืองกลาง อำเภอกลาง จังหวัดภูเก็ต โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง ทำนักเรียน 36 คน เรียนจากบทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุม มีนักเรียน 36 คน เรียนจากการสอนตามปกติของครู
2. การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา 2518 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 10 ชั่วโมง คือกลุ่มที่เรียนโดยบทเรียนโปรแกรม 10 ชั่วโมง และกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ 10 ชั่วโมง

3. บทเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นบทเรียนที่นำไปใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 โดยเฉพาะ

4. ในการทดลอง ผู้วิจัยมอบหมายให้ครูประจำวิชาในโรงเรียน เป็นผู้สอนกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง โดยยึดหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ เป็นหลักในการวางแผนการสอน

คำนิยามเฉพาะที่ใช้

บทเรียนโปรแกรม เป็นบทเรียนที่แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยซึ่งเรียกว่า " กรณ " ในแต่ละกรณ (Frame) จะบรรจุความรู้คำอธิบายและคำถามที่ต่อเนื่องกันไป โดยเริ่มจากกระทู้ที่ง่ายกว่าและยากขึ้นตามลำดับ มีคำถามในลักษณะที่ให้ผู้เรียนตอบด้วยการเติมคำ เนื้อหาของบทเรียน เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องแสง

นักเรียน หมายถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 72 คน ของโรงเรียน เมืองกลาง อำเภอกลาง จังหวัดภูเก็ต ซึ่งนำมาใช้เป็นกลุ่ม (ตัวอย่างไม่สุ่ม) ทดลองครั้งนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือเอาคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการสนธิรวบรวมนำมาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว

ความรู้พื้นฐาน หมายถึงคะแนนจากการทดสอบนักเรียนก่อนเริ่มการเรียน โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ คือเอาคะแนนเฉลี่ยจากการสนธิรวบรวมนำมาเกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ จากแบบทดสอบของประธาน เบนซ์ชัย ภายหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว

การสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม เป็นการสอนโดยจัดให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองการกำหนดไว้ในบทเรียน โดยครูผู้สอนจะเป็นเพียงผู้ควบคุม แนะนำวิธีการเรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

การสนทนากลุ่ม ข้อเสนอแนะของครูประจำวิชาที่เคยปฏิบัติใน
ขณะทำการสอนในโรงเรียน

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ซิดนีย์ ฟรีดชีบี (Sidney Pressey) เป็นคนแรกที่เผยแพร่แนวความคิดในการนำเครื่องสอนมาใช้ในห้องเรียน ฟรีดชีบี ได้ประดิษฐ์ เครื่องสอนแบบหนึ่ง เรียกว่า Pressey Multiple choice Machine โดยเสนอคำถามให้แก่วิद्यার্থเรียนพร้อมกับคำตอบที่เป็นตัว เลือด 4 ตัว เลือด ในจำนวนนี้จะมีตัว เลือด เพียงตัว เลือดที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพื่อยุติเรียน เว้นคำตอบข้อใดโดยลวกก็จะทราบผลได้ในทันทีว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด ถ้าเลือกคำตอบใดถูกต้องก็จะคำถามต่อไปให้ทำอีก หากเลือกคำตอบผิด วิทยุเรียนก็พยายามเลือกใหม่จนกว่าจะเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

สกินเนอร์ (B.F. Skinner) ผู้นำทางทฤษฎีการ เรียนรู้แบบ Stimulus - Response หรือ S-R Theory ได้ปรับปรุง แกไขข้อบกพร่องซึ่ง เกิดขึ้นจาก เครื่องสอนของฟรีดชีบีเสียใหม่ เครื่องสอนของสกิน เนอร์ สร้างขึ้นโดยอาศัย S-R Theory โดยเชื่อว่าสภาพการ เรียนจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อปฏิบัติกริยาตอบสนองของตัวสิ่ง เรา ซึ่งก่อให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในตัว วิทยุเรียน เครื่องสอนของสกิน เนอร์ จะพยายามให้ วิทยุเรียนฝึกหาทางสร้างคำตอบขึ้นมาเอง และ เมื่อเขียนคำตอบลงไปแล้ว ก็สามารถที่จะนำไปเปรียบ เปรียบกับคำตอบที่ถูกต้องได้

สกิน เนอร์ ได้อธิบายคุณลักษณะของ เครื่องสอนไว้ดังนี้

1. มีการสืบ เปลี่ยนกับระหว่าง เครื่องสอนกับ วิทยุเรียน ซึ่งต่างกับการบรรยาย การให้ หนังสือสอนกว่า โดยที่เครื่องสอนจะช่วยให้มีการทำกิจกรรมมากขึ้น ซึ่งทำให้ วิทยุเรียนค้นคว้า หาคำตอบอยู่โดย

2. กำหนดให้เป็นตัว เทอร์ (Tutor) ที่ดี คือเครื่องสอนจะเร่งเร้าให้เกิดความเข้าใจในเรื่องใด ๆ อย่างช้า ๆ ถึงแม้ว่าจะเป็นกรณีของการ เรียนรู้ขั้นสูงก็ตาม ก่อนที่จะก้าวไปสู่การเรียนขั้นต่อไป ซึ่งจะต่างกับการบรรยายหรือการให้หนังสือสอนกว่า ที่ให้อาษาให้ควาสนใจใฝ่ใคว่านักเรียนเข้าใจและลงมือทำหลังจากที่เรียนผ่านไปแล้ว

3. ทำหน้าที่เป็นทิวเตอร์ (Tutor) ที่คอยให้การเสนอแนะข้อปฏิบัติให้เรียน
อ่าน และตั้งคำถามให้ทำในชั้นนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการเตรียมตัว เป็นอย่าง
ดี และพร้อมที่จะกระทำต่อไป

4. เป็นสื่อคอมพิวเตอร์ (Tutor) ที่มีความสามารถสูงคือ เครื่องมือจะ
ช่วยผู้เรียนได้โดยการชี้แจงรายละเอียดที่ถูกต้อง

5. เครื่องสอนจะช่วยให้เสริมแรงทุกครั้งที่ได้ทำอย่างถูกต้อง และจะเป็น
ไปในทันทีดังได้มีการทดลอง (Wittich, Audio - visual Material :
514-515)

พราย (Fry, 1963 : 2) ได้กล่าวถึงลักษณะของการออกแบบโปรแกรม
ไว้ดังนี้

1. แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยเล็กๆ เรียกว่า "กรอบ" (Frame)
ซึ่งกรอบหนึ่งๆ จะมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่หนึ่งประโยคจนถึงย่อ (Paragraph)

2. ในแต่ละกรอบจะต้องให้นักเรียนได้ตอบสนอง (Response)
แบบ ตอบคำถามหรือเกมชอควายลงในช่องว่าง ทำให้เด็กเรียนได้มีส่วนร่วมในการ
เรียน และกิจกรรมต่างๆ ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา

3. นักเรียนจะได้รับการเสริมแรงย้อนกลับในทันที ถ้าจะได้อ่านคำ
ตอบที่ถูกต้องทันที ซึ่งถ้าเขาตอบถูกต้องจะเป็นการได้รางวัลคือการเสริมแรง แต่
ถ้าตอบผิดก็จะก่อให้เกิดความเข้าใจที่ผิดพลาด

4. หน่วยต่างๆ ได้ถูกจัดเรียงลำดับตามเรื่องกันไป เนื่องจากเนื้อหา
ถูกแตกแยกออกเป็นหน่วยเล็กๆ ผู้เขียนโปรแกรมจึงต้องคิดอย่างระมัดระวังเกี่ยวกับ
ลำดับขั้นของการเรียนรู้ ผลก็คือทำให้ลำดับขั้นของการเสนอแนะแก่เขา
ยิ่งขึ้น

5. โปรแกรม ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง คือ โปรแกรมแต่ละเรื่องที่จะ
เขียนขึ้นจะต้องไปทดลองกับ เด็กนักเรียนจำนวนหนึ่ง เพื่อหาข้อบกพร่อง และ
ปรับปรุงส่วนที่เป็นปัญหา รวมทั้ง เสนอแนะสอนนักเรียนโดยผลการวิจัย และ
จึงนำออกมาใช้

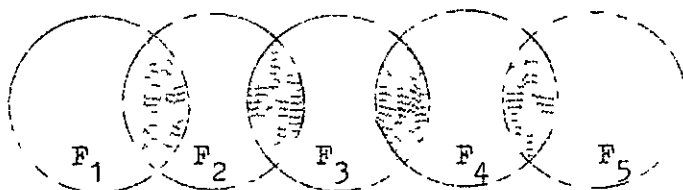
6. โดยปกตินักเรียนมีอิสระที่จะเรียนไปตามอัตราเร็วในการเรียนของตัวเอง ไม่ขึ้นกับคนอื่น

บทเรียนคำเรีวยรูปที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จะมีชื่อเรียกต่างกันไปเป็นหลายชื่อ เช่น Programmed Instruction, Auto Instruction, Automate Instruction, Programmed Self Teaching อย่างใดก็ตาม ถึงแม้จะมีชื่อเรียกต่างกัน แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง โดยการแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็นส่วนย่อยๆ ขึ้นๆ ลงๆ เรียกว่า "กรอบ" แต่ละกรอบจะมีคำถามและคำถามต่อเนื่องกันไป เรียงจากระดับที่ง่ายกว่าให้ยากขึ้นตามลำดับ โดยที่คำถามเหล่านั้นอาจมีลักษณะให้เติมคำ ถูกผิด หรือเลือกตอบก็ได้ เมื่อผู้เรียนหาคำตอบของตัวเองได้แล้ว ก็จะทราบคำตอบได้ทันที (เคื่อนใจ ทองสัมฤทธิ์ 2515)

ชนิดของแบบเรียนโปรแกรม ถ้ายึดตามชนิดของการตอบสนองจะแบ่งโปรแกรมออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบที่ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง (Constructed Response) และแบบที่ให้คำตอบไว้ให้เลือก (Multiple choice) ซึ่งแบบนี้ขึ้นกับความสามารถของนักเรียนที่ระลึก (Recall) ส่วนแบบหลัง ขึ้นกับความสามารถที่จะจำได้ (Recognition) ถ้าแบ่งตามเทคนิคของการเขียน ก็แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ โปรแกรมแบบเชิงเส้น (Linear) และโปรแกรมแบบสาขา (Branching) โดยปกติแล้วโปรแกรมแบบเชิงเส้นมักใช้การตอบของแบบสร้างคำตอบเอง ส่วนโปรแกรมแบบสาขา มักใช้การตอบแบบเลือกคำตอบซึ่งมีไว้ให้แล้ว (บรรณา รัตนวิทย์, 2516 : 8)

โปรแกรมแบบเชิงเส้น (Linear Programme) โปรแกรมแบบนี้จัดลำดับของกรอบปัญหาให้นักเรียนแบบตายตัว กรอบปัญหาจะเรียงจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะเริ่มศึกษาจากกรอบแรกและก้าวไปหากรอบถัดไปจนถึงกรอบสุดท้ายไม่มีการข้ามกรอบใดๆ เลย ทุกคนจะต้องทำเหมือนกันหมด ไม่ว่าจะมีระดับสติปัญญาแตกต่างกันอย่างไร เพราะผู้สร้างโปรแกรมชนิดนี้ถือว่า ผู้ที่เรียนจากโปรแกรมไปแล้วจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่าเทียมกัน สิ่งที่เรียนจากกรอบต่างๆ

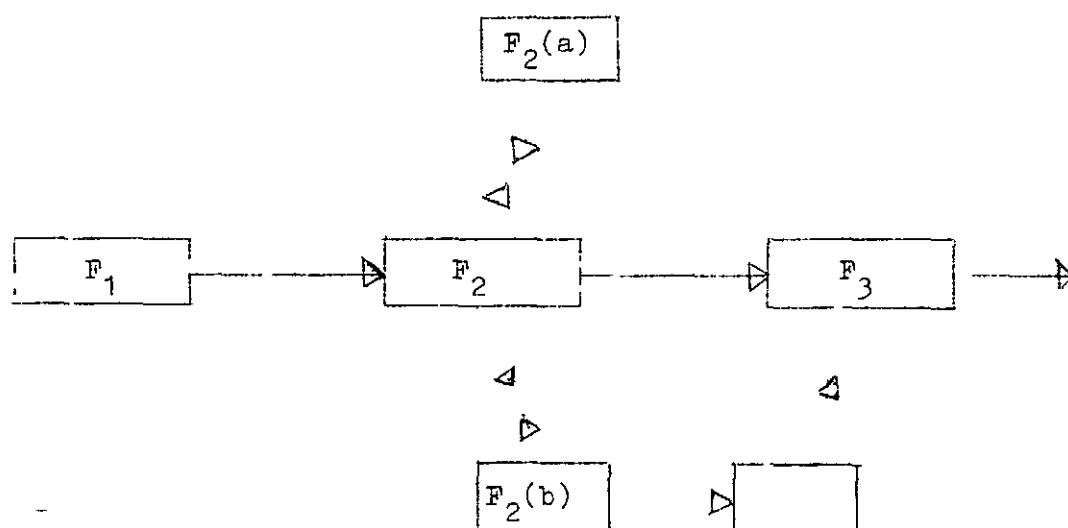
จะเป็นพื้นฐานสำหรับกรอกลูกโป่ง วิธีนี้ส่วนมากจะใช้วิธีให้ตอบว่า ถูกหรือผิด หรืออาจให้เก็บค่าในช่องว่าง โดยให้โอกาสผู้เรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่กำหนดไว้ให้ อาจเขียนแผนภาพของโปรแกรมเชิงเส้นได้ดังนี้



วงกลมแต่ละวงจะแทนกรอบ หรือหน่วยย่อยแต่ละหน่วย ซึ่งข้อความในหน่วยย่อยหนึ่งๆบางส่วนจะเชื่อมโยงกับข้อความในหน่วยย่อยถัดไป

โปรแกรมแบบสาขา (Branching Programme) หรือ Intrinsic Programming แบบนี้ให้ความสำคัญของความแตกต่างทางระดับปัญหาในระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ฉะนั้นการตอบสนองของผู้เรียนจึงใช้แบบเลือกคำตอบ จากการเลือกคำตอบของผู้เรียนนี้จะทำให้แต่ละคนก้าวหน้าไปในลักษณะที่แตกต่างกัน ผู้เรียนที่ตอบสนองได้ถูกต้อง แสดงว่ามีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนแล้ว ก็อาจข้ามกรอบปัญหาบางกรอบที่ไม่จำเป็นสำหรับเขาไปได้ ทำให้ช่วงเวลาในการเรียนมากขึ้น ส่วนผู้ที่ตอบไม่ถูกต้อง ก็แสดงว่ายังไม่เข้าใจบทเรียนในกรอบใดกรอบหนึ่ง โปรแกรมก็จะนำไปสู่กรอบปัญหาใหม่ซึ่งจักไว้เพื่อชี้แจงว่าทำไมเขาจึงตอบผิด แล้วจึงกลับมาตอบปัญหาในกรอบเดิมให้ถูกเสียก่อน ก่อนที่จะก้าวไปสู่กรอบปัญหาที่ต่อเนื่องการต่อไป (Stolurrow 1961 : 15)

อาจเขียนแผนภาพของโปรแกรมแบบสาขาได้ดังนี้



นักเรียนที่ปีความเข้าใจจะเลือก F_1 F_2 และ F_3 ไปจนถึงกรอบสุดท้าย สำหรับผู้ที่เลือก F_2 ไข่ถูก เช่นเลือก $F_2(a)$ หรือ $F_2(b)$ ก็จะได้รับคำอธิบายว่าคำตอบนั้นผิดเพราะอะไร และอาจได้รับคำอธิบายเพิ่มเติม พร้อมกับแนะนำให้กลับไปศึกษา F_2 ใหม่อีกครั้งหนึ่ง เพื่อเลือกคำตอบใหม่ 'เพื่อเลือกคำตอบ' ได้ถูกจึงจะก้าวไปถึง F_3 หากยังเลือกคำตอบไม่ถูก ก็จะได้รับคำอธิบายหรือคำชี้แจงจาก $F_2(a)$ หรือ $F_2(b)$ อีกครั้ง จนกว่านักเรียนจะเลือกคำตอบเพื่อก้าวไปสู่ F_3 ได้

สำหรับการวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครูนั้น ปีดังนี้

การวิจัยในต่างประเทศ

คัทตัน (Dutton) ได้ศึกษาการใช้แบบเรียนโปรแกรม โดยเป็นหัวข้อวิจัยว่า " การทดลองสอนแบบเรียนโปรแกรมในวิชาวิทยาศาสตร์ เกรด 4 " โดยสร้างแบบเรียนโปรแกรมเรื่อง ความร้อน, แสง, เสียง ใช้กับเรียนเกรด 4 ในโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งจำนวน 111 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ก. กลุ่มทดลอง สอนด้วยแบบเรียนโปรแกรม

ข. กลุ่มควบคุม สอนด้วยวิธีปกติ

ทั้งสองกลุ่ม เรียนเนื้อหาเดียวกันเป็นเวลา 5 สัปดาห์ แล้วนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ

ฟรานซิส (Francis) ได้ศึกษาการใช้แบบเรียนโปรแกรมโดยตั้งข้อ วิจัยว่า " การทดลองศึกษาผลการเรียนจากแบบเรียนที่เรียนด้วยตนเองกับการเรียน โดยวิธีบรรยายประกอบการสาธิตในวิชาไฟฟ้า ตามขั้นตอนต่างๆที่เลือกมา ฟรานซิสได้ร่างแบบเรียนโปรแกรมเรื่อง Ohm's Laws and Power in D.C.Circuit สำหรับระดับวิทยาลัย ทดลองกับนักศึกษาที่มิลเลอร์วิลล์ แสทท คอลเลจ โดยจัดกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ก. กลุ่มทดลอง 30 คน สอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม

ข. กลุ่มควบคุม 30 คน สอนด้วยวิธีบรรยายประกอบการสาธิต

ทั้งสองกลุ่มเรียนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง ในเนื้อหาอันเดียวกัน เมื่อสอบจบแล้วก็วัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนนำมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่าทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

อีก 6 เดือนต่อมาก็วัดผลใหม่อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความทรงจำของผู้เรียน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่าทั้งสองกลุ่มมีความทรงจำไม่แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญ

เวิน (Wain) ได้วิจัยผลการเรียนในวิชาเคมี ของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาสูง เฉพาะที่เรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกลุ่มหนึ่ง อีก กลุ่มหนึ่งใช้วิธีสอนตามปกติ โดยใช้เวลาเรียน 13 คาบติดต่อกับ ก่อนเริ่มเรียนได้ ทำการทดสอบ I.Q. ความสามารถในการอ่านตำราชีวเคมี (Bio - Chemistry) เพื่อเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม หลังจากการเรียนจบแล้วได้ทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้แบบเรียน โปรแกรมจะคะแนนจากการทดสอบได้สูงขึ้น แต่ความสามารถในด้านความทรงจำไม่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ยัง (Young, 1971 : 1989-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาเคมี ในเนื้อหาวิชาเคมี 1015 ที่มหาวิทยาลัย Oklahoma State โดยเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติกับวิธีสอนแบบโปรแกรม โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมในรูปเอกสารประกอบการสอน (Supplementary Programmed Method) ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองซึ่งใช้แบบเรียนโปรแกรมนี้นั้นได้คะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

สตรีกแลนด์ (Strickland, 1972 : 2510- A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติในวิชาชีววิทยาทั่วไป ที่มหาวิทยาลัย Southern Mississippi พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ที่เรียนแบบโปรแกรมสูงกว่าผู้ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

ไวท์ (White, 1970 : 3373-A) ได้ศึกษาการใช้แบบเรียนโปรแกรม โดยตั้งเป็นหัวข้อวิจัยว่า " การใช้แบบเรียนเพื่อปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย โดยแบ่งนิสิตซึ่งมีพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์อ่อนมาตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษา ออกเป็นกลุ่มตัวอย่างดังนี้ "

ก. กลุ่มทดลอง 73 คน สอนด้วยแบบเรียนโปรแกรม

ข. กลุ่มควบคุม 58 คน สอนด้วยวิธีปกติ

ทั้งสองกลุ่มสอนบททวนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องเดียวกัน เมื่อสอนเสร็จแล้วก็นำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถทางการคำนวณสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การวิจัยในประเทศ

ปรีชา คุณวัลลี ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ เสนอเป็นปริญาพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต ที่มหาวิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. 2515 โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน และให้ทั้งสองกลุ่มมีความสามารถ

เท่าๆกัน โดยใช้คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอบคัดเลือกเข้าเรียนเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม การวิจัยได้ผลดังนี้

1. รายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. รายเฉลี่ยของคะแนนการสอบวัดความทรงจำของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พลรัตน์ ลักษณะฉนวนิน ได้วิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้น บ.ศ.1 ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนด้วยวิธีธรรมชาติ เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ คุรุศาสตร์มหาบัณฑิต คอบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2514 โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปที่กรมวิชาการผลิตขึ้น การทดลองได้กระทำกับกลุ่มตัวอย่าง 120 คน จาก 2 โรงเรียน โรงเรียนละ 60 คน แต่ละโรงเรียนแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม นักเรียนกลุ่มที่ 1 ให้เรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูป โดยมีครูคอยช่วยเหลือ กลุ่มที่ 2 ให้เรียนจากครูโดยใช้แบบเรียนธรรมชาติ ใช้เวลาเรียนเท่ากัน ในระยะ 2 สัปดาห์แล้วจึงทำการทดสอบ คะแนนของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน พบว่า การสอนโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปได้ผลดีกว่าการสอนแบบธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองชอบแบบเรียนสำเร็จรูป และมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน

วรรณ เจริญทะวงศ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในวิชาเลขคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ เสนอเป็นวิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คอวิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. 2514 ได้กระทำกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 74 คน การทดลองปรากฏผลดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเกิดจากแบบเรียนสำเร็จรูป กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเกิดจากการสอนตามปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างแท้จริง

2. ภาพคงทนในการส่งวนควางจำภายหลังการเรียน 12 สัปดาห์

และ 14 สัปดาห์ ลดลงจริงทั้ง 2 กลุ่ม

3. ปริมาณของการส่งวนความจำของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ภายใต้การเรียนรู้แล้วไขว่ความแตกต่างกันอย่างแท้จริง

บรรณา รัตนวัย ได้สร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมเปรียบเทียบ การสอนตามปกติในวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เสมอเป็นปฏิธานิพนธ์การศึกษาระดับบัณฑิต ต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. 2516 การทดลองได้กระทำกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง สอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีปกติ ทั้งสองกลุ่มสอนในเนื้อหาเดียวกัน เมื่อสอบจบก็วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนำมาเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

1. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้า เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1.1 บทเรียนโปรแกรม

ผู้วิจัยสร้างบทเรียนโปรแกรมขึ้นโดยใช้โดยย่อเพื่อหาถามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ บ.ศ. 2503 เป็นหลักในการจัดแบ่งเนื้อหา ลักษณะของบทเรียนที่สร้าง เป็นบทเรียนเชิงเส้นตรง (Linear Programme) ภายหลังจากการสร้างแล้ว ได้นำไปทำการทดลองครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้น บ.ศ. 2 จำนวน 3 คน โดยที่นักเรียนได้นำมาทำการทดลองนั้น ไม่เคยได้เรียนรู้ในเรื่องนี้มาก่อน แล้วนำมาปรับปรุง โดยยึดหลักการของการเขียนโปรแกรมที่ถนัด ดังนี้

ก. ให้ผู้เรียนอ่านข้อแรกให้ดูถนัด เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียน

ข. ให้ผู้เรียน เรียนรู้โปรแกรมไปทีละลำดับขั้นจากง่ายไปหายาก

ค. ให้ผู้เรียนตอบได้ทุกข้อเป็นส่วนใดก็ได้ และผิดไม่เกิน 5 %

(อุดม ปุณณม, 2513)

ภายหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงในครั้งที่ 1 แล้ว ได้นำไปทำการทดลองในครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้น บ.ศ. 2 จำนวน 35 คน ของโรงเรียนเวียงสุวรรณเวียงมากบ ซึ่งนักเรียนที่ไม่เคยเรียนรู้ในเรื่องนี้มาก่อนเช่นกัน แล้วนำมาปรับปรุงโดยยึดหลักการเช่นเดียวกันกับการปรับปรุงในครั้งที่ 1

1.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยยึดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของบทเรียนโปรแกรมเป็นหลักในการสร้าง แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ภายหลังจากสร้างได้นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้น บ.ศ. 3 ของโรงเรียนเวียงสุวรรณเวียงมากบ อำเภอวัง จันทบุรีราชวิชา เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความยากง่ายและค่าความยาก

ของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้ตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ Chung Teh Fan เพื่อคัดเอาข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายในระดับ 0.40-0.80 และค่าจำแนกในระดับ 0.20 ขึ้นไป แล้วนำข้อสอบที่ต้องการไปจัดทำเป็นแบบทดสอบ และนำไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดิมโดยใช้สูตรของ Kuder Richardson Formula ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.92

1.5 แบบทดสอบพัฒนาสติทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบพัฒนาสติทางวิทยาศาสตร์ของประธาน เมนะชัย ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินผลโครงการผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อการฝึกสอน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนิสิตฝึกสอนระดับปริญญาตรี เสนอเป็นปฏิญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. 2516

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 72 คน จากโรงเรียนเมืองกลาง อำเภอลาดวังหัวภูเก็ท และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 36 คน ให้ทั้งสองกลุ่มมีความสามารถเท่าๆกัน โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling) เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม

ก่อนลงมือสอน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อศึกษาความรู้พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยอาศัยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการศึกษา หลังจากได้ทำการทดสอบแล้ว ก็นำมาหาค่าคะแนนเฉลี่ย และทดสอบดูความแตกต่าง กันแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนรู้นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	s^2	t	p
กลุ่มทดลอง	36	22.61	19.221	0.55	> .05
กลุ่มควบคุม	36	22.027	20.942		

$$df = 35$$

$$t = \pm 2.021$$

จากการวางที่ 1 จะเห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองนี้มีพื้นฐานความรู้ในเนื้อหาที่เรียนทัดเทียมกัน

3. การดำเนินการทดลอง

ในการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นดังนี้

3.1 แบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 72 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 36 คน โดยให้แต่ละกลุ่มมีความสามารถเฉลี่ยเท่าๆกัน

3.2 ในการเลือกว่ากลุ่มใดจะเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุมให้ผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มสุ่มของลูกบอล

3.3 ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวัดความรู้พื้นฐานและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเริ่มทำการเรียน

3.4 ดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง โดยใช้เวลาในการสอนเท่ากัน เป็นเวลา 5 วัน วันละ 2 ชั่วโมง ใช้เนื้อหาวิชาอันเดียวกัน ให้ทำแบบฝึกหัดบทวนเหมือนกัน แต่วิธีสอนต่างกัน คือ

ก. กลุ่มควบคุม ทำการสอนด้วยวิธีปกติที่ไม่ใช้บทเรียนโปรแกรม

ข. กลุ่มทดลอง สอนด้วยบทเรียนโปรแกรม โดยที่ผู้เรียนต้อง

ปฏิบัติตามคำแนะนำที่มีในบทเรียน

3.5 หลังจากที่ทำการสอนสิ้นสุดลงแล้ว นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน ไปทำการสอบวัดกลุ่มตัวอย่างทั้งสองอีกครั้งหนึ่งแล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบที่ได้จากการสอบวัดในครั้งหลังไปเปรียบเทียบกับค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบที่ได้จากการสอบวัดกลุ่มตัวอย่างทั้งสองในครั้งแรก เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงทางค่าจากการเรียน แล้วทำการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง เพื่อที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง

3.6 นำแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ไปทำการสอบวัดหลังจากการทดลองทดลองอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการสอบวัดในครั้งหลังไปเปรียบเทียบกับค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการสอบวัดในครั้งแรก เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงทางค่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งแรกกับครั้งหลัง ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t -test

4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้ t -test

4.3 ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ครั้งแรกกับครั้งหลัง ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t -test

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) คำนวนจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$\bar{X} = \text{คะแนนเฉลี่ย}$$

$$X = \text{คะแนนของนักเรียนแต่ละคน}$$

$$N = \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่ม}$$

5.2 ความแปรปรวน (Variance) ของคะแนนคำนวณจากสูตร

$$s^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

s^2 = ความแปรปรวนของคะแนน

5.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย จากแบบ
ทดสอบระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง โดยใช้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$\bar{X}_1$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1

$\bar{X}_2$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2

s_1^2 = ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 1

s_2^2 = ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 2

n_1 = จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1

n_2 = จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 2

5.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนในกลุ่มเดียวกัน

โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{D}}{s_{\bar{D}}}$$

$\bar{D}$ = คะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนจากการ
ตอบวัดทั้งสองครั้ง ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกัน
เป็นรายบุคคล

5.5 หากวางเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability)

โดยใช้สูตร

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\bar{X} (n - \bar{X})}{ns^2} \right\}$$

n = จำนวนข้อทดสอบ

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลของการทดลอง และการแปลความหมายของ
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ดังนี้

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ย

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนน

t = ค่าอัตราส่วนนัยสำคัญทางสถิติ

p = ระดับความเชื่อมั่น

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งลำดับขั้นดังนี้

1. การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐาน
2. การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียน

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐาน

ก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการสอบวัดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาที่จะทำการทดลอง ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มว่าแตกต่างกันหรือไม่ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความแตกต่างของคะแนนความรู้พื้นฐาน ระหว่างนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	s^2	t	p
กลุ่มทดลอง	36	22.61	19.221	0.55	>.05
กลุ่มควบคุม	36	22.027	20.942		

$$df = 35$$

$$t = \pm 2.021$$

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ย และค่าการแปรปรวนของคะแนนทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันปรากฏว่า ทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานในเรื่องวิชาที่ทำการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า ก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความรู้พื้นฐานในเรื่องที่เรียนที่ใกล้เคียงกัน

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังจากที่กลุ่มตัวอย่างทั้งสองได้เรียนเนื้อหาวิชาที่ทำการทดลองจบไปแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบกับคะแนนความรู้พื้นฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏภาพที่แสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 ความแตกต่างระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐาน กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

คะแนน	n	$\bar{x}$	s^2	t	p
ความรู้พื้นฐาน	36	22.61	19.221	10.587	<.01
ผลสัมฤทธิ์	36	29.75	32.99		

$$df = 35$$

$$t = \pm 2.021$$

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 แสดงว่า การเรียนจากบทเรียนโปรแกรมของกลุ่มทดลองให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการเรียนจริง

ตารางที่ 4 ความแตกต่างระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐาน กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม

คะแนน	N	$\bar{X}$	S^2	t	α
ความรู้พื้นฐาน	36	22.027	20.942	1.875	<.01
ผลสัมฤทธิ์	36	31.11	69.558		

$$df = 35$$

$$t_{\alpha} = \pm 2.021$$

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 แสดงว่า การสอนโดยวิธีปกติของกลุ่มควบคุมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนจริง

การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบเพื่อหาความแตกต่าง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	s^2	t	p
กลุ่มทดลอง	36	29.75	32.99	-0.800	>.05
กลุ่มควบคุม	36	31.11	69.558		

$$df = 35$$

$$t = \pm 2.021$$

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มคือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า การสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ทำให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้ได้พอๆกัน

การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียน

ก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งสองกลุ่ม และหลังจากที่ทั้งสองกลุ่มได้เรียนเนื้อหาวิชาที่ทำการทดลองจนแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวัดทัศนคติอีกครั้ง แล้วนำคะแนนที่ได้จากการสอบวัดทั้งสองครั้งมา เปรียบเทียบกับ ผลการวิเคราะห์ปรากฏภาพที่แสดงในตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 ความแตกต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ในการทดสอบ ครั้งแรก และครั้งหลังของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{D}$	s_D	t	p
กลุ่มทดลอง	36	1.388	3.0824	2.740	<.05

$$df = 35$$

$$t = \pm 2.021$$

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่า รายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนรู้สูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น $.05$ นั่นคือ การสอนโดยใช้บทเรียนใบประกอบ ทำให้เด็กเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิม

ตารางที่ 7 ความแตกต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ในการทดสอบ ครั้งแรกและครั้งหลัง ของนักเรียนในกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	D	$\sum D$	t	p
กลุ่มควบคุม	36	1.583	5.1006	1.859	$> .05$

$$df = 35$$

$$t = \pm 2.021$$

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่า รายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนรู้ ไม่แตกต่างจากรายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ การสอนตามปกติของกลุ่มควบคุม ทำให้เด็กเรียนในกลุ่มควบคุมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่สูงขึ้นกว่าเดิม

บทที่ 5

สรุป, อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแสง ระดับชั้น ม.ศ. 2 ซึ่งมีการแบ่งลำดับขั้นของการวิจัยดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแสง ชั้น ม.ศ. 2
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแสง ของนักเรียนจากการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
3. เพื่อศึกษากว้างเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

สมมติฐานการวิจัย

1. ผู้ที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้ที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ
2. ผลการตอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน

วิธีกำเนิการวิจัย

1. สร้างบทเรียนโปรแกรม เนื้อหาของบทเรียนยึดถือตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2503 เป็นหลัก การเขียนบทเรียนใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมเชิงเส้นตรง โดยนักเรียนเป็นผู้ร่างคำตอบ แล้วนำมาทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก และกลุ่มใหญ่เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ตามหลักการของการเขียนบทเรียนโปรแกรม

2. สร้างแบบทดสอบ

ก. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ก้าวเลือก จำนวน 90 ข้อ นำไปทำการทดสอบกับนักเรียนเพื่อนำมาวิเคราะห์เลือกเอาข้อส่วนที่มีระดับความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และปัดจำนวนยกตั้งแล้ว .20 ขึ้นไป จากการคัดเลือกจะได้ข้อสอบ 53 ข้อ นำมาทำเป็นแบบทดสอบตามเกณฑ์ของการเรียน แบบทดสอบชุดนี้มีค่าความเชื่อมั่น .92

ข. แบบสอบถามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำแบบสอบถามของประธาน เมาะชัย ที่ทำไว้ในปัญญานิพนธ์ที่เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา มาใช้ในการสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้

3. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2518 ของโรงเรียนเบ็ญจะฌดง อำเภอดง จังหวัดภูเก็ต

ก. กลุ่มทดลอง จำนวน 36 คน สอนโดย ใช้บทเรียนโปรแกรม

ข. กลุ่มควบคุม จำนวน 36 คน สอนโดย วิธีปกติ

4. การรวบรวมข้อมูล ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียน แล้วดำเนินการสอน เพื่อสอนจนย่นแล้วทำการทดสอบครั้งหลัง แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งสองครั้งมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ก. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการทดสอบครั้งแรกกับครั้งหลังทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t -test

ข. เปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ t -test

ค. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ครั้งแรกกับครั้งหลัง ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้

t -test

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากัน
2. นักเรียนในกลุ่มทดลอง มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุม มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่สูงขึ้นกว่าเดิม

อภิปรายผล

ในการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกหาเพียงส่วนหนึ่งของเนื้อหาทั้งหมด และใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย ผลการศึกษาจึงว่าได้อยู่เฉพาะกับการทดลองครั้งนี้เท่านั้น

สำหรับผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อถกเถียงดังนี้

ผลในข้อ 1 แสดงว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง มีความสามารถในการเรียนรู้เท่ากัน ซึ่งเป็นความจริงตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นด้วยเหตุผลดังนี้

1.1 เนื้อหาวิชาที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้มีน้อย กล่าวคือมีจำนวนข้อความรู้ของบทเรียนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการทดลอง 378 กรอบ ซึ่งอาจทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างเห็นชัด

1.2 คุณภาพของบทเรียนที่นำมาใช้ ยังไม่ดีพอที่จะทำได้ให้นักเรียนเกิดความรู้เข้าใจเนื้อหาวิชาได้ถูกต้อง ทั้งที่ได้ย่นย่อวิธีการสร้างตามหลักวิชาแล้วก็ตาม

1.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองนั้นเกินไป ไม่อาจที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะเกี่ยวกับข้อความรู้บางประการได้ สิ่งเหล่านี้มีนัยว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

1.4 นักเรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองตามลักษณะของบทเรียนโปรแกรม จึงนักเรียนจะต้องปฏิบัติเองทุกอย่าง เริ่มตั้งแต่ทำความเข้าใจ

ในควาหมาย, ข้อความ, ตลอดจนสรุปเป็นหมวดหมู่ด้วยตนเอง ในขณะที่กลุ่มควบคุมได้รับว่าอธิบาย คำชี้แจงจากครูผู้สอนจนเข้าใจ อันเป็นวิธีที่นักเรียนเคยชินอยู่แล้ว จึงเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้กลุ่มทดลองไม่มีโอกาสที่จะเรียนรู้ได้เต็มที่

ผลในข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิม นักเรียนในกลุ่มควบคุมไม่แสดงให้เห็นว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิม เป็นการขัดแย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นด้วยเหตุผลดังนี้

2.1 ในการสร้างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ จะต้องใช้ระยะเวลาอันยาวนานกว่าปกติ ดังนั้นการดำเนินการสอนเพียงระยะเวลา 10 ชั่วโมงจึงอาจไม่ก่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร

2.2 การสร้างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ จะสร้างได้ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการ เช่น วิธีการสอน, การจัดประสบการณ์, วัสดุ, อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน การสอนในโรงเรียนปกติมักจะเป็นการสอนที่ใช้วิธีการซ้ำๆ กัน ทำให้เด็กเกิดความรู้สึกเบื่อหน่าย นับว่าเป็นอุปสรรคประการหนึ่งในการสร้างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ดี ถึงแม้ว่าการทดลองครั้งนี้จะไม่ได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ก็ตาม แต่ก็มิใช่ข้อของการใช้บทเรียนโปรแกรมซึ่งควรที่จะนำมากล่าวไว้ ๓ ที่ก็คือ

1. นักเรียนมีความกระตือรือร้น เมื่อได้ใช้วิธีที่แตกต่างไปจากเดิม

2. เป็นการฝึกการรับผิดชอบตนเอง ทั้งนี้เพราะนักเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำสั่งของบทเรียนทุกประการ และเป็นการฝึกนิสัยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองอีกทางหนึ่งด้วย

3. ในการควบคุมชั้น จะดูแลควบคุมได้ง่ายกว่าการสอนแบบอื่น เพราะนักเรียนแต่ละคนต่างก็เรียนไปตามบทเรียนของตน ไม่มีการรบกวนของผู้อื่น

4. เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ทำให้นักเรียนเรียนไปด้วยความสะดวก ไม่พะวงต่อการที่จะถูกดูหมิ่นจากครูผู้สอน

5. ทำให้ครูผู้สอนมีเวลาว่างพอที่จะทำกิจกรรมอื่นๆ เพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพทางการสอน และมีโอกาสช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนช้าได้มากขึ้น โดยไม่ทำให้นักเรียนที่เก่งเสียเวลา

ข้อแนะนำ

วางแผนการหาผล การนำบทเรียนโปรแกรมใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในครั้ง นี้ ให้มีการทำแบบการวัดผล และบันทึกให้มีการผลิต การใช้ ตลอดจนการวิจัย เกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ดังนั้นขอเสนอจากเป็นการปรับปรุงการ เรียบการของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แล้ว ยังเป็นการกระตุ้นให้มีการขยายการผลัดนี้ ไปยังทั่วว่าวันๆอีกด้วย สำหรับข้อแนะนำต่างๆ ผู้วิจัยจะแยกกล่าวเป็น 2 ประการ ดังนี้

ก. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การที่จะใช้การศึกษาเรื่องนี้อย่างกว้างขวาง และปรับปรุงให้ เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นให้มากยิ่งขึ้น
2. มหาวิทยาลัย วิทยาลัยครู ควรจะเข้ามามีบทบาทด้านการส่งเสริม ให้การสร้าง การใช้ การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมอย่างกว้างขวาง นวัตกรรม กับชนชั้นชนพื้นเมือง นักกลา ไล้ให้ความรู้ ความสามารถในการสร้างและใช้บทเรียน ได้เป็นอย่างดี
3. การที่จะให้มีการยอมรับวิธีการเหล่านี้ให้มากที่สุด กระจ่าง เพื่อให้ครู เหน่าใจว่าไม่ใช้สอน และแก้ปัญหาในการเรียนการสอนได้

ข. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรจะนำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้บทเรียนโปรแกรม กับวิธีการสอนวิธีต่างๆให้กว้างขวางยิ่งขึ้น โดยให้มีเนื้อหาวิชาที่มาก และเวลาที่ใช้ ขยายผล เพื่อที่จะให้สามารถทดลองได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. การที่จะได้ศึกษาถึงความแตกต่าง ทางด้านความสามารถทางด้านการคำนวณ ซึ่งมีความสำคัญทาง การใช้ บทเรียนโปรแกรมกับการสอนแบบปกติ ที่จะ ได้ผลแตกต่างกันหรือไม่เพียงใด
3. การที่จะศึกษาเปรียบเทียบระหว่างบทเรียนโปรแกรมด้วย กับที่เป็น ลักษณะการเรียนแบบสาขา (Branching) และบทเรียนเชิงเส้นตรง (Linear) ว่าจะได้ผลแตกต่างกันหรือไม่เพียงใด

บรรณานุกรม

- สุทธิ ชัยพิทักษ์ วิทยาคาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์
ไทยวัฒนาพานิช 2515, 307 หน้า
- เกื้อนใจ ทงศ์มกริก แบบเรียนสำเร็จรูป เอกสารประกอบการเรียน คณะครู
ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2515, 120 หน้า
- บรรดา รัตนชัย การสร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรวิญญาพันธ์ กส.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร 2516, 69 หน้า
- ประจวบสุข ฉาชาอรุณ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พิมพ์ครั้งที่ 10
สำนักพิมพ์นิยมวิทยา 2515, 366 หน้า
- ประทีป สบายชัย บทเรียนสำเร็จรูป จุฬาทงวิชาการ กรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ 2515, 288 หน้า
- ปรีชา อุทสวัสดิ์ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1
โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรวิญญาพันธ์ กส.ม.
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 140 หน้า
- เป็รื่อง กุฑ การสร้างแบบเรียนสำเร็จรูป พิมพ์โรเบียร์ 2516, 121 หน้า
- วรรณกา เวียงทวงษ์ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาเลขคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ปรวิญญาพันธ์
กส.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 71 หน้า
- วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร คณะวิชาการศึกษา วิชาการเปรียบเทียบวิธีสอนทั่วไป
เอกสารฉบับที่ 1 โรงพิมพ์มิตรสหาย 2514, 213 หน้า
- ล้วน สายชน และอังกา ทับศิริรัตนานนท์ สถิติวิทยาทางการศึกษา สำนักพิมพ์
วัฒนาพานิช พ.บ. 2515, 276 หน้า

ศึกษาการ กระบวนการ กรมวิชาการ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 โรงพิมพ์คุรุสภา 2515

ศึกษาการ กระบวนการ กรมวิชาการ ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยี
ในสายทางการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2515, 242 หน้า

ศึกษาการ กระบวนการ กรมวิชาการ รายงานพัฒนา เรื่อง การศึกษานำ
นวัตกรรมการเทคโนโลยีมาปรับปรุงคุณภาพการประอบศึกษาในโรงเรียนที่มี
ครูไม่ครบชั้น โรงพิมพ์คุรุสภา 2515

อุดม บุ่งเกษม การทดลองใช้เครื่องสอนประกอบการศึกษาวิทยาศาสตร์ใน
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปัญหาในชนก กอ.บ. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร 2513, 100 หน้า

Dutton, Sherman Sumpter, " An experimental Study in the program-
ming of science Instruction for the Fourth Grade "
Dissertation Abstracts, 24:2382 - A, December, 1963.

Fan, Chung-Teh, Item Analysis Table, Education Testing Service,
Princeton, New York, 1966, 32pp.

Fry, Edward B, Teaching Machines and Programmed Instruction,
McGraw-Hill, Book Company, Inc, New York, 1963, 224 pp.

Fine, J.D., "Teaching Machines Auto Instructional Devices for the
teacher," Education Technology pp 19 - 20.

Francis, Geoge Harold, " An Experimental Study of the Effectiveness
of self Instruction Versus the lecture Demonstation Method
of Teaching Soluted Phase of Electricity 'Dissertation
Abstracted, 27:3338 - A, 1967.

Herman, Gregorio.C. Principles and Methods of Teaching, R.P.
Garcia Publishing Co, n.d. 523 p.

- James, Pophem W and Eva, L Bakon, Systematic Instruction, Englewood
cliffs, N.J. Inventice - Hall Inc, 1970, 166 p.
- Schramm Wilbur, Programmed Instruction To day and Tomorrow,
" Four case Studies of Programmed Instruction, Fund for
the Advancement of Education in November 1962, p.88-94
- Smith, I Wendell, Programmed Learning W.D. Ten Broeck for Affiliat-
ed East - West Press Private Ltd, 240 p.
- White, Charless Colven, "The Use of Programmed Texts of Remedial
Mathematic - Instruction in college" Dissertation Abstracts
30 · 3373 - A, February, 1970.
- Walter, Wittich Arno, Audiovisual Materials, A Harpper Interna-
tional Edition, 1817, pp.511-525.

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าความยากง่าย (B) และค่าจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	P	r
1	87	.59
2	60	.48
3	45	.55
4	27	.22
5	30	.59
6	79	.38
7	55	.38
8	66	.69
9	40	.48
10	66	.59
11	83	.29
12	60	.28
13	27	.22
14	60	.85
15	21	.38
16	50	.28
17	45	.55
18	26	.64
19	40	.48
20	31	.32
21	79	.38
22	60	.28
23	30	.53
24	83	.69
25	26	.41
26	79	.31
27	22	.75

ข้อที่	P	r
28	43	.67
29	31	.32
30	25	.78
31	36	.21
32	31	.32
33	26	.46
34	40	.48
35	31	.32
36	27	.22
37	50	.63
38	27	.22
39	36	.40
40	27	.22
41	62	.37
42	32	.51
43	44	.24
44	32	.51
45	32	.51
46	50	.28
47	31	.32
48	30	.21
49	30	.53
50	45	.55
51	69	.31
52	34	.57
53	30	.53

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากสูตร

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\bar{X} (n - \bar{X})}{ns^2} \right\}$$

$$s^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$r_{tt} = \frac{53}{52} \left\{ 1 - \frac{22.022(53 - 22.022)}{53 \times 261.75} \right\}$$

$$= \frac{53}{52} \left\{ 1 - \frac{685.339}{13872.75} \right\}$$

$$= \frac{53}{52} (1 - 0.04940)$$

$$= \frac{53}{52} (0.95060)$$

$$= 0.921$$

$$r_{tt} = 0.921$$

คะแนนจากการทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ครั้ง

ก. กลุ่มควบคุม

เลขที่	x_1	x_2
1	16	23
2	21	33
3	22	31
4	27	44
5	27	33
6	22	37
7	18	32
8	22	32
9	29	36
10	19	32
11	22	42
12	27	37
13	27	39
14	28	24
15	16	25
16	14	23
17	22	36
18	30	34
19	22	28
20	26	37
21	22	24
22	26	28
23	25	27
24	23	35
25	21	33
26	25	39

เลขที่	x_1	x_2
27	20	32
28	23	31
29	12	27
30	13	22
31	14	24
32	23	33
33	22	24
34	19	27
35	23	29
36	25	27
Σ	793	1120
$\bar{x}$	22.027	31.11
s^2	20.942	69.558

หมายเหตุ

x_1 = คะแนนความรู้พื้นฐาน
 x_2 = คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข. กลุ่มทดลอง

เลขที่	x_1	x_2
1	19	26
2	13	26
3	23	23
4	19	11
5	27	41
6	27	31
7	21	32
8	17	30
9	25	34
10	21	33
11	22	31
12	13	28
13	20	28
14	26	37
15	23	25
16	26	37
17	32	41
18	21	23
19	31	38
20	22	28
21	18	29
22	21	28
23	17	31
24	25	24
25	26	26
26	27	33
27	27	33
28	26	27

เลขที่	x_1	x_2
29	23	27
30	22	34
31	20	29
32	16	28
33	24	33
34	24	24
35	23	28
36	26	34
Σ	813	1071
$\bar{x}$	22.61	29.75
s^2	19.221	32.592

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ก. กลับความ

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	16	23	7	49
2	21	33	12	144
3	22	31	9	81
4	27	44	17	289
5	27	33	6	36
6	22	37	15	225
7	18	32	14	196
8	22	32	10	100
9	29	36	7	49
10	19	32	13	169
11	22	42	20	400
12	27	37	10	100
13	27	39	12	144
14	28	24	-4	16
15	16	25	9	81
16	14	23	9	81
17	22	36	14	196
18	30	34	4	16
19	22	28	6	36
20	26	37	11	121
21	22	24	2	4
22	26	28	2	4
23	25	27	2	4
24	23	35	12	144
25	21	33	12	144
26	25	29	14	196

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
27	20	32	12	144
28	23	31	8	64
29	12	27	15	225
30	13	22	9	81
31	14	24	10	100
32	23	33	10	100
33	22	24	2	4
34	19	27	8	64
35	23	29	6	36
36	25	27	2	4
	Σ		327	4647

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{D}}{S_D}$$

$$= \frac{9.083 \times \sqrt{36}}{\sqrt{47.907}}$$

$$= 7.875$$

หมายเหตุ

Pre = คะแนนความรู้พื้นฐาน

Post = คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

D = ความแตกต่างของคะแนนก่อนและ
หลังการเรียน

๗. ๑. กลุ่มทดลอง

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	19	26	7	49
2	13	26	13	169
3	23	23	0	0
4	19	11	-8	64
5	27	41	14	196
6	27	31	4	16
7	21	32	12	144
8	17	30	13	169
9	25	34	14	196
10	21	33	12	144
11	22	31	9	81
12	13	28	15	225
13	20	28	8	64
14	26	37	11	121
15	23	25	2	4
16	26	37	11	121
17	32	41	9	81
18	21	23	2	4
19	31	38	7	49
20	22	28	6	36
21	18	29	11	121
22	21	28	7	49
23	17	31	14	196
24	25	24	-1	1
25	26	26	0	0
26	27	33	6	36
27	27	33	6	36
28	26	27	1	1

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
29	23	27	4	16
30	22	34	12	144
31	20	29	9	81
32	16	28	12	144
33	24	33	9	81
34	24	24	0	0
35	23	28	5	25
36	26	34	8	64
	Σ		284	2928

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{D}}{S_D} \\
 &= \frac{7.888 \times \sqrt{36}}{\sqrt{19.664}} \\
 &= 10.587
 \end{aligned}$$

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$\bar{X}_1$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

$$t = \frac{29.75 - 31.11}{\sqrt{\frac{32.952}{36} + \frac{59.558}{36}}}$$

$$= \frac{-1.36}{\sqrt{0.9053 + 1.932}}$$

$$= \frac{-1.36}{\sqrt{2.8374}}$$

$$= \frac{-1.36}{16.82}$$

$$t = -0.008$$

คะแนนจากการสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ 2 ครั้ง

ก. กลุ่มควบคุม

เลขที่	x_1	x_2
1	36	31
2	35	38
3	27	38
4	33	34
5	24	45
6	37	41
7	34	32
8	33	34
9	37	36
10	35	30
11	35	29
12	27	34
13	31	34
14	31	37
15	30	39
16	29	33
17	34	41
18	33	37
19	38	36
20	33	32
21	37	29
22	34	38
23	34	35
24	30	38
25	34	32
26	41	37

เลขที่	x_1	x_2
27	36	33
28	35	30
29	34	31
30	32	29
31	24	36
32	34	37
33	31	33
34	35	37
35	37	37
36	32	34
Σ	1202	1237
$\bar{x}$	33.388	34.361
s^2	11.273	53.437

หมายเหตุ

x_1 = คะแนนสอบวัดก่อนการ ^{เรียนรู}
 x_2 = คะแนนสอบวัดหลังการ ^{เรียนรู}

ข. ข้อมูลทดลอง

เลขที่	x_1	x_2
1	38	34
2	30	38
3	36	36
4	32	37
5	41	44
6	31	31
7	36	31
8	35	33
9	37	31
10	35	30
11	31	28
12	34	29
13	35	36
14	33	37
15	34	35
16	36	39
17	32	33
18	32	27
19	35	33
20	35	36
21	32	36
22	35	35
23	33	37
24	30	30
25	35	33
26	38	41
27	33	35
28	29	37

เลขที่	x_1	x_2
29	35	33
30	36	34
31	37	34
32	33	35
33	39	40
34	37	36
35	30	39
36	35	35
Σ	1238	1288
$\bar{x}$	34.388	34.666
s^2	10.873	11.00

การเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนรู้

ก. ข้อมูลรวมกลุ่ม

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	36	31	-5	25
2	35	38	3	9
3	27	38	11	121
4	33	34	1	1
5	24	45	11	121
6	37	41	4	16
7	34	32	-2	4
8	33	34	1	1
9	37	36	-1	1
10	35	30	-5	25
11	35	29	-6	36
12	27	34	7	49
13	31	34	3	9
14	31	37	6	36
15	30	39	9	81
16	29	33	4	16
17	34	41	7	49
18	33	37	4	16
19	38	36	-2	4
20	33	32	-1	1
21	37	29	-8	64
22	34	38	4	16
23	34	35	1	1
24	30	38	8	64
25	34	32	-2	4
26	41	37	-4	16

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
27	36	33	-3	9
28	35	30	-5	25
29	34	31	-3	9
30	32	29	-3	9
31	24	36	12	144
32	34	37	3	9
33	31	33	2	4
34	35	37	2	4
35	37	37	0	0
36	32	34	2	4
	Σ		57	3249

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{D}}{S_D} = \frac{1.583 \times \sqrt{36}}{\sqrt{26.0785}} = 1.859$$

หมายเหตุ

Pre = คะแนนสอบวัถกก่อนการเรียนรู้
 Post = คะแนนสอบวัถกหลังการเรียนรู้
 D = ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังการเรียนรู้

๗. กลุ่มทดลอง

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	38	34	-4	16
2	30	38	8	64
3	36	36	0	0
4	32	37	5	25
5	41	44	3	9
6	31	31	0	0
7	36	31	-5	25
8	35	33	-2	4
9	37	31	-6	36
10	33	30	-3	9
11	31	28	-3	9
12	34	29	-5	25
13	35	36	1	1
14	33	37	4	16
15	34	35	1	1
16	36	39	3	9
17	32	33	1	1
18	32	27	-5	25
19	35	33	-2	4
20	35	36	1	1
21	32	36	4	16
22	35	35	0	0
23	33	37	4	16
24	30	30	0	0
25	35	33	-2	4
26	38	41	3	9
27	33	35	2	4
28	29	37	8	64

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
29	35	33	-2	4
30	36	34	-2	4
31	37	34	-3	9
32	33	35	2	4
33	39	40	1	1
34	37	36	-1	1
35	38	39	1	1
36	35	35	0	0
Σ			50	102

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{D}}{S_D} \\
 &= \frac{1.388 \times \sqrt{36}}{\sqrt{9.5015}} \\
 &= 2.740
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข.
บทเรียนโปรแกรม

ก ำ แ น ะ น ำ

๑. ให้นักเรียนอ่าน และทำความเข้าใจในกรอบต่างๆให้เข้าใจ เพราะกรอบต่างๆจะเป็นกรอบที่บอกให้ทราบถึง กฎ, หลักเกณฑ์ต่างๆที่จะช่วยในการหาคำตอบสำหรับกรอบต่อไป

๒. ในแต่ละกรอบของบทเรียน จะมีช่องว่างเว้นไว้ เพื่อให้นักเรียน เติมคำตอบ

นักเรียนสามารถที่จะหาคำตอบได้จาก ข้อความในกรอบต่างๆ หรือจากความรู้ที่นักเรียนได้รับมาในกรอบต่างๆที่เรียนมาแล้ว

๓. มีบางกรอบที่ไม่มีช่องว่างไว้ให้เติมคำตอบ ก็แสดงว่าไม่ต้องการให้นักเรียนตอบในกรอบนั้นๆ เพียงแต่ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการหาคำตอบในกรอบถัดไป

๔. เมื่อนักเรียนเติมคำตอบลงไปแล้ว ให้พลิกไปดูคำตอบท้ายเล่มที่ตรงกับข้อนั้นๆ ถ้าคำตอบของนักเรียนถูก ก็ให้ทำบทเรียนในกรอบต่อไปได้เลย ถ้าผิด ก็ขอให้กลับไปศึกษาดูในกรอบต่างๆใหม่อีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงตอบใหม่ และจะได้คำตอบที่ถูกต้อง

อย่าเปิดดูคำตอบก่อนที่จะเติมคำตอบลงไป ในช่องว่างเป็นอันขาด เพราะจะไม่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ขึ้นได้เลย

๕. ให้นักเรียนทำบทเรียนไปตามลำดับ อย่าได้ข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งเป็นอันขาด เพราะจะทำให้นักเรียนขาดความรู้ในตอนนั้นไป และจะทำให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องได้ยากขึ้นเมื่อเรียนในกรอบถัดไป

๖. ในบทเรียน หากมีคำสั่งให้นักเรียนปฏิบัติอย่างไร โปรดปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด

นักเรียนจะมีความรู้เช่นเดียวกับเพื่อนๆของนักเรียน
ซึ่งเรียนจากครูสอน หากได้มีการปฏิบัติตามคำแนะนำ

ต่อไปนี้เป็นบทเรียน นักเรียนจะต้องเริ่มเรียนจากกรอบที่ ๑
ก่อน แล้วจึงผ่านไปเรียนในกรอบที่ ๒ และ ๓ จนกระทั่งถึงกรอบ
สุดท้าย

ไปรคปฏิบัติตามคำแนะนำอย่าง เกรงคราใด

๑. วัตถุทุกชนิดย่อมประกอบด้วยสิ่งที่เล็กที่สุด สิ่งทีเล็กที่สุดนี้เราเรียกว่า
โมเลกุลของวัตถุนั้น
ไม่ยอมประกอบควบ_____ของโม

๒. กระจก ๑ แผ่น ยอมประกอบควบ_____ของกระจก เป็นจำนวน
มากมาย

๓. น้ำ ๑ แก้ว ยอมประกอบควบ_____ของน้ำ เป็นจำนวนมากมาย
เช่น เดียวกัน

๔. โมเลกุลของวัตถุแต่ละชนิดย่อมแตกต่างกัน
น้ำต่างกับกระดาษ ดังนั้นโมเลกุลของน้ำจะ_____กับโมเลกุลของ
กระดาษควบ

๕. ยางลบ, ปากกา, ย่อมมีโมเลกุล_____ฉันด้วย

๖. วัตถุทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นคน, สัตว์ และสิ่งของ ย่อมประกอบด้วย
โมเลกุลที่_____ทั้งสิ้น

๗. ในสภาพปกติ โมเลกุลของวัตถุทุกชนิดจะอยู่นิ่ง ดังนั้นโมเลกุลของไม้ที่
วางอยู่บนโต๊ะย่อมอยู่นิ่งเสมอ
โมเลกุลของน้ำในแก้วที่วางอยู่บนโต๊ะย่อม_____

๘. โมเลกุลของปากกาของนักเรียน ซึ่งวางอยู่บนหนังสือยอม _____

๙. สมุดที่วางอยู่บนโต๊ะ โมเลกุลของมันจะ _____

๑๐. โมเลกุลของวัตถุอาจจะสั่นสะเทือนได้ การสั่นสะเทือนของโมเลกุลของวัตถุ จะทำให้วัตถุนั้นเกิดความร้อนขึ้นได้
น้ำที่กำลังเดือดอยู่ในกา โมเลกุลของมันจะ _____ ตลอดเวลา

๑๑. ถ่านไฟ ที่ติดไฟอยู่ในเตา โมเลกุลของมันจะ _____ อยู่ตลอดเวลา

๑๒. โมเลกุลของดวงอาทิตย์ ซึ่งให้ความร้อนแก่โลกเรายู่ตลอดเวลา
จะ ร้อน เช่นเดียวกัน

๑๓. เมื่อเราจับหลอดไฟฟ้าที่สว่าง จะรู้สึกว่าร้อน แสดงว่าในขณะที่
เปิด ของหลอดไฟกำลัง ร้อน เช่นเดียวกัน

๑๔. เมื่อนักเรียนเอามือจับกระป๋อง ซึ่งวางอยู่กลางแกลคนานๆจะรู้สึกว่า
กระป๋องร้อน นั่นแสดงว่าในขณะที่ เปิด ของกระป๋อง กำลัง
ร้อน

๑๕. ถ่านที่กำลังติดไฟย่อมร้อนมากกว่ากระป๋องที่วางไว้กลางแกล ดังนั้น
โมเลกุลของถ่านที่กำลังติดไฟ ย่อมจะสั่นสะเทือน มาก โมเลกุลของ
กระป๋องที่วางไว้กลางแกล

๑๖. จากที่กล่าวมาทั้งหมด แสดงว่า วัตถุใดมีความร้อนมาก โมเลกุลของมัน
จะ _____ วัตถุใดมีความร้อนน้อย โมเลกุลของมันจะ _____

๑๗. นั้นหมายความว่า วัตถุใดมีความร้อนมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ _____

๑๘. เราพอที่จะสรุปได้ว่า ความร้อนเกิดจาก _____

๑๙. วัตถุที่เป็นของแข็ง, ก๊าซ, เมื่อมันได้รับความร้อนจนถึงจุดๆหนึ่ง มัน
จะ เปล่งแสงสว่าง ออกมาให้เราเห็นได้
ในการจัดเทียนไข เป็นการให้ความร้อนแก่เทียนไข เมื่อไส้เทียนไข
ได้รับความร้อนสูงพอ จนถึงจุดๆหนึ่ง ไส้เทียนไขจะเกิดการลุกไหม้ และ
เทียนไขก็จะ เปล่งแสงสว่างให้เราเห็นได้ ในทำนองเดียวกัน ถ้าเราให้
ความร้อนแก่ไม้ ไม้ก็จะ _____ ออกมาให้เห็นได้

(๖)

๒๐. สำหรับกระดาษ ถ้าเราให้ความร้อนจนถึงจุดๆหนึ่ง มันก็เกิดการลุกไหม้ มันจะ ออกมาให้เราเห็นได้

๒๑. ถ้าเราให้ความร้อนแก่อากาศ จนกระทั่งก๊าซเกิดการลุกไหม้ มันก็สามารถจะ

๒๒. วัตถุต่างๆจะเปล่งแสงสว่างออกมาได้ ก็ต่อเมื่อมันได้รับ จนถึงจุดๆหนึ่ง ซึ่งจะทำให้มันเกิดการลุกไหม้

๒๓. แสงสว่างและความร้อน มีความเกี่ยวพันกันอย่างใกล้ชิด วัตถุใดที่มีแสงสว่าง หรือเปล่งแสงสว่างออกมาได้ ย่อมแสดงว่าวัตถุนั้นมี เกิดขึ้น

๒๔. เราทราบว่า ความร้อนเกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของวัตถุ
ดังนั้น เราอาจจะพบว่า แสงสว่างเกิดจาก การสั่นของโมเลกุล

๒๕. ในเวลากลางวัน เราได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์จึง
เป็นแหล่งกำเนิดแสง ในเวลากลางคืน เราได้รับแสงสว่างจากดวง
ดาวต่างๆ ดวงดาวต่างๆจึง เป็น แหล่งกำเนิดแสง เช่นเดียวกับ
ดวงอาทิตย์

๒๖. เราได้รับแสงสว่างจากตะเกียง ตะเกียงก็เป็น แหล่งกำเนิดแสง

๒๗. หลอดไฟฟ้า สามารถให้แสงสว่างแก่เราได้ หลอดไฟฟ้าก็เป็น แหล่งกำเนิดแสง
เช่นเดียวกัน

๒๘. เทียนไขก็เป็นแหล่งกำเนิดแสง ทั้งนี้เพราะ เทียนไข
กลั่น

๒๙. ดวงอาทิตย์, ดวงดาวต่างๆ เป็นสิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ดังนั้น
 ดวงอาทิตย์, ดวงดาวต่างๆจึง เป็นแหล่งกำเนิดแสง ตามธรรมชาติ

๓๐. หิ่งห้อย เป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่เปล่งแสงสว่างออกมาได้ เราจึงจัดว่า
 หิ่งห้อยเป็นแหล่งกำเนิดแสง ตามธรรมชาติ ได้เช่นเดียวกัน

๓๑. ไฟฟ้า เป็นสิ่งที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น ดังนั้น ไฟฟ้าจึง เป็นแหล่งกำเนิดแสง
ที่มนุษย์สร้างขึ้น

๓๒. เทียนไข เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ _____

๓๓. แหล่งกำเนิดแสง คือ _____
มี ๒ ชนิด คือ

๑. _____
๒. _____

๓๔. วัตถุบางชนิดสามารถให้แสงสว่างได้ด้วยตนเอง เช่น ดวงอาทิตย์ เราจึง
เรียกวัตถุชนิดนี้ว่า โชติเทหวัตถุ
หิ่งห้อย สามารถให้แสงสว่างได้ด้วยตนเอง หิ่งห้อยจึง เป็น _____

๓๕. ตะเกียงที่กำลังติดไฟ เป็น _____

๓๖. หลอดไฟฟ้าที่กำลังสว่าง เป็น _____

๓๗. ดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง การที่เรามองเห็นดวงจันทร์ได้นั้น เป็น
เพราะดวงจันทร์ได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ ดังนั้น ดวงจันทร์จึง
ไม่เป็น _____

๓๘. กระจกเงาไม่เป็น _____

๓๙. ไม้ ไม้เป็น _____

๔๐. ปากกา, ดินสอ, ไม้บรรทัด _____ เช่นเดียวกัน

๔๑. เราเรียกวัตถุที่ไม่มีแสงสว่างในตัวเองว่า วัตถุทึบ ดังนั้น ไม้,
กระดาษ จึงเป็น _____

๔๒. กว้างจันทร์ เป็น _____

๔๓. หลอดไฟฟ้าที่ยังไม่ได้ใช้ เป็น _____

๔๔. เราสามารถแบ่งวัตถุออกตามคุณสมบัติของการให้แสงสว่างได้ _____
ประเภท คือ

๑. _____

๒. _____

๔๕. แสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงด้วยความเร็ว ๓๐๐,๐๐๐ กิโลเมตรต่อวินาที หรือ ๑๘๖,๐๐๐ ไมล์ต่อวินาที
ถ้าระยะทาง ๑,๘๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงจะใช้เวลาเดินทางนานเท่าไร ?

วิธีทำ

ระยะทาง ๓๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงใช้เวลาเดินทาง ๑ วินาที

ระยะทาง ๑,๘๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงใช้เวลาเดินทาง $\frac{๑ \times ๑,๘๐๐,๐๐๐}{๓๐๐,๐๐๐}$
= ๖ วินาที

แสงใช้เวลาเดินทาง ๖ วินาที

๔๖. ถ้าระยะทาง ๒,๔๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงจะใช้เวลาเดินทางกี่วินาที ?

ระยะทาง ๓๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงใช้เวลาเดินทาง ๑ วินาที

ระยะทาง ๒,๔๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงใช้เวลาเดินทาง $\frac{๑ \times ๒,๔๐๐,๐๐๐}{๓๐๐,๐๐๐}$
= _____ วินาที

แสงใช้เวลาเดินทาง _____ วินาที

๔๓. ถาระยะทาง ๓,๖๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงจะใช้เวลาเดินทางนานเท่าไร ?
 ระยะทาง ๓๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงใช้เวลาเดินทาง ๑ วินาที
 ระยะทาง ๓,๖๐๐,๐๐๐ก.ม. แสงใช้เวลาเดินทาง _____

= _____ วินาที

แสงใช้เวลาเดินทาง _____ วินาที

๔๔. ถาระยะทาง ๑,๒๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงจะใช้เวลาเดินทางนานเท่าไร ?
 ระยะทาง _____ ก.ม. แสงใช้เวลาเดินทาง _____ วินาที
 ระยะทาง _____ ก.ม. แสงใช้เวลาเดินทาง _____

= _____ วินาที

แสงใช้เวลาเดินทาง _____ วินาที

๔๕. ในระยะทาง ๗,๒๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงใช้เวลาเดินทาง _____ วินาที

๕๐. แสงใช้เวลา ๒ วินาที เดินทางจากแหล่งกำเนิดแสง จงหาว่าแสงเดินทางได้เท่าไร ?

วิธีทำ

ในเวลา ๑ วินาที แสงเดินทางได้ ๓๐๐,๐๐๐ ก.ม.

ในเวลา ๒ วินาที แสงเดินทางได้ $๓๐๐,๐๐๐ \times ๒$

= ๖,๐๐๐,๐๐๐ ก.ม.

แสงเดินทางได้ ๖,๐๐๐,๐๐๐ ก.ม.

๕๑. ในเวลา ๒ วินาที แสงเดินทางไกลกี่โคมิตร์ ?

ในเวลา ๑ วินาที แสงเดินทางได้ ๓๐๐,๐๐๐ ก.ม.

ในเวลา ๒ วินาที แสงเดินทางได้ $๓๐๐,๐๐๐ \times ๒$
 $=$ _____ ก.ม.

แสงเดินทางได้ _____ ก.ม.

๕๒. แสงใช้เวลาเดินทางในอากาศ ๑๐ วินาที จะไครยะทาง

_____ ก.ม.

เก้งมาก.... ไป รคหยุด แค่นี้ก่อน แล้ว
 ลองทำแบบฝึกหัดดู จากนั้นจึงค่อย
 ทำบทเรียนต่อไป

แบบฝึกหัด

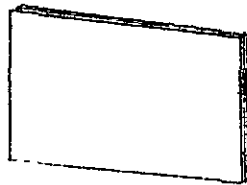
จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ข้อความสมบูรณ์

๑. โม่เดกูด คือ.....
๒. เมื่อโม่เดกูดของวัตถุเกิดการสั่นสะเทือน วัตถุนั้นจะเกิด.....
๓. แสง เกิดจาก.....
๔. วัตถุทุกชนิดมันจะเปล่งแสงสว่างออกมาให้เห็นได้ ก็ต่อเมื่อ.....
.....
๕. แหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติใดแก.....
๖. แหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้นใดแก.....
๗. โซติเทหวัตถุ คือ.....ใดแก
๑..... ๒..... ๓.....
๘. อโซติเทหวัตถุ คือ.....ใดแก
๑..... ๒..... ๓.....
๙. โซติเทหวัตถุ ต่างกับอโซติเทหวัตถุ คือ.....
.....
๑๐. ดวงจันทร์เป็นอโซติเทหวัตถุ เพราะ.....
๑๑. ถ้าเราเฝ้ามองบนแกวโซติเทหวัตถุจนกระทั่งติดไฟได้ อโซติเทหวัตถุ
นั้นก็กลายเป็น.....ใด
๑๒. ในระยะทาง ๙๐๐,๐๐๐ ก.ม. แสงจะเดินทางได้.....วินาที
๑๓. ถ้าแสงเดินทางในเวลา ๑๒ วินาที มันจะเดินทางได้.....ก.ม.
๑๔. แสงเดินทางได้วินาทีละ ๑๘๖,๐๐๐ ไมล์ ในเวลา ๓ วินาที แสงจะ
เดินทางได้.....ก.ม.
๑๕. ในระยะทาง ๓๙๖,๐๐๐ ไมล์ แสงเดินทางในเวลา.....วินาที

๕๓. ในเวลากลางคืน เรามองเห็นดวงดาวในท้องฟ้า, หลอดไฟฟ้าได้เพราะ
แสงจากดวงดาว หลอดไฟฟ้าทั้ง เรา จึงทำให้มองเห็นได้
 ถ้าเราจุดตะเกียงทิ้งไว้ในห้องมืดๆ เราก็จะมองเห็นตะเกียงได้
 ทั้งนี้เพราะ _____

๕๔. ในเวลากลางคืน เมื่อเราจุดเทียนไขไว้ เราจะมองเห็นเทียนไขได้ ทั้ง
 นี้เพราะ เทียนไข _____

๕๕.



ถ้าเรากระดานดำมาบังแสงเทียนไขไว้ ก็รูป เราจะมองไม่เห็น
 เทียนไข เพราะ _____ เราเห็นว่า _____

๕๖. เราไม่สามารถที่จะมองเห็นวัตถุต่างๆได้ เมื่อแสงจากวัตถุพุ่งเข้าสู่ตาเรา

๕๘. เราสามารถมองเห็นวัตถุต่างๆได้ก็ต่อเมื่อ เราได้รับแสงจากวัตถุ
 และเราไม่สามารถมองเห็นสิ่งต่างๆได้เคยเมื่อ ไม่มีแสงจากวัตถุ
วัตถุ

๕๘. เราไม่สามารถมองเห็นตะเกียงได้ ถ้าไปปี เราวางตะเกียงในที่มืด
ในที่มืด

๕๙. อชิตีเพทวัตถุ เป็นวัตถุที่ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง คือ ไม่สามารถเปล่ง
 แสงออกจากตัวเองได้ วัตถุประเภทนี้เมื่อวางในที่มืดๆ เราจะมอง
ไม่เห็น วัตถุนั้น

๖๐. เราจะมองไม่เห็นหนังสือ เมื่อหนังสือนั้นวางอยู่ในห้องที่ปิดไฟมืดสนิท

๖๑. เมื่อเราเปิดไฟในห้องให้สว่างขึ้น เราก็สามารถที่จะ ดู หนังสือได้
ง่าย ๆ

๖๒. การที่เรามองเห็นหนังสือได้นั้น เป็นเพราะ แสงจากดวงอาทิตย์ วิ่งมา

๖๓. แสงจากหนังสือที่พุ่งเข้าสู่อุจจาราเรา เป็น แสงสะท้อน จากแสงไฟฟ้าในห้อง
นั้น ดังนั้นวัตถุต่างๆในห้องที่เรามองเห็นได้นั้น จะต้องอาศัย แสง
จากแสงไฟฟ้าในห้องมาเข้าสู่อุจจาราเราเสมอ

๖๔. ในเวลากลางคืนที่มีคนสนิท เราต้องใช้แสงจากไฟฉายส่องนำทาง จึงจะ
มองเห็นถนนได้ การที่เรามองเห็นถนนได้นั้น เพราะ แสง จากไฟ
ฉายเข้าสู่อุจจาราเรา

๖๕. การที่เรามองเห็นวัตถุต่างๆ ได้ในเวลากลางวัน เพราะวัตถุเหล่านั้นได้
รับแสงจาก ดวงอาทิตย์ แล้ว สะท้อน เขาสู่ตาเรา จึงทำให้
เรามองเห็นได้

๖๖. ดังนั้นเราจะมองเห็นวัตถุต่างๆ ได้ ก็ต่อเมื่อวัตถุนั้นได้รับ แสง จาก
แหล่งกำเนิดแสงอย่างใดอย่างหนึ่ง แล้ว สะท้อน เขาสู่ตาเรา

๖๗. เราสามารถมองเห็นวัตถุใดๆ ก็ได้ก็ต่อเมื่อ แสงจากวัตถุนั้นเข้าตาเรา

๖๘. โดยปกติวัตถุต่างๆ เช่น กระจก, ต้นไม้, รถยนต์ เหล่านี้ จะทำหน้าที่
ขวางกั้นทางเดินของแสงอยู่ตลอดเวลา
วัตถุที่ทำหน้าที่ขวางกั้นทางเดินของแสง เราเรียกว่า ตัวกลาง
อืด, กระจกใส, กระจกฝ้า, ซึ่งกั้นทางเดินของแสงเป็น ตัวกลาง

๒๘. มนุษย์, ไม้, ไม้, ตลอดจนสิ่งต่าง ๆ บนพื้นโลก ก็เป็น ตัวกลาง

๒๙. ตัวกลาง ก่อวัตถุที่ จะมองเห็นได้โดยแสงที่มาจากวัตถุ



ถ้าเราเอากระจกแก้วใสวางขวางทางเดินของแสงเพี้ยนไซ แล้วเรา
จะเห็นว่า

๑. แสงจากเพี้ยนไซ จะผ่านกระจกแก้วใสได้ทั้งหมด หรือเกือบ
หมด

๒. เมื่อมองทางด้านหนึ่งของกระจกแก้วใส เราจะมองเห็นรูปร่าง
ของเพี้ยนไซได้ชัดเจน

นั่นคือกระจกแก้วใสยอมให้แสงผ่านได้

เราเรียกวัตถุที่ยอมให้แสงผ่านได้หมด และสามารถมองเห็นรูปร่างวัตถุ
ด้านหลังแล้วมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้ชัดเจนนี้ว่า ตัวกลางโปร่งใส

๗๑. เมื่อเราเอาระจกแก้วใสไปวางขวางทางเดินของแสง จะเห็นว่า
แสงทะลุผ่านกระจกใบบาง ขณะเดียวกันหากเรามองย้อนกลับไปเรา
ก็จะเห็นแหล่งกำเนิดแสงใต้อย่างชัดเจน เราเรียกระจกแก้วใสนี้ว่า
เป็น กระจกลูกแก้ว

๗๒. แว่นตาก็นับเป็น กระจกลูกแก้ว เพราะ แสงที่เข้ามาแว่นตาจะหักเห
และแสงที่ออกมาจะหักเหกลับเข้าแว่นตา

๗๓. เมื่อเราเอาระจกกันหลอดไฟฟ้า แสงจากหลอดไฟฟ้า จะผ่านกระจก
แก้วใสใดหมึก หรือเกือบหมึก และเราสามารถจะมองเห็น ด้าน
หลังกระจกแก้วใสได้ชัดเจน
ดังนั้นกระจกแก้วใสเป็น กระจกลูกแก้ว

๗๔. หัวกลางโปร่งใส หมายถึง หลอดไฟแบบใส
หรือหลอดไฟแบบทึบ

๗๕. เมื่อเราเอาผ้าไปกั้นแหล่งกำเนิดแสง แสงจะทะลุผ่านผ้าได้ แต่เราไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้ชัดเจน เหมือนแก้ว
ถ้าเราเอากระดาษลอกลายไปกั้นแสง แสงจะทะลุผ่านได้ แต่ ไม่
สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้ชัดเจน

๗๖. กระดาษ เมื่อเราไปกั้นแสง แสงจะผ่านได้ แต่ ไม่สามารถมองเห็น
แหล่งกำเนิดแสงได้ชัดเจน

๗๗. ควันไฟ มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับผ้า และกระดาษ เมื่อให้ควันไฟไปกั้นแสง
แสงจะ ทะลุผ่านได้ แต่ ไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้ชัดเจน

๒๒

๗๘. วัตถุที่ยอมให้แสงผ่านได้ แต่ไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้
ชัดเจน เรียกว่า ตัวกลางโปร่งแสง
ผ้า, ควันไฟ, เป็น ตัวกลางโปร่งแสง

๗๕. ฉันชอบที่มีจำนวนมากๆ เป็น สิบล้าน กว่า

๔๐. ตัวกลางบางชนิด จะไม่ยอมให้แสงผ่านได้เลย และมองทะลุผ่านไม่ได้
เราเรียกตัวกลางนี้ว่า ตัวกลางทึบแสง
อ้อ, ไม่, เป็น ขงกฏาธิเบ

๘๑. กระจกหนาๆ, หนังสือ, สมุด เป็น ตัวกลางทึบ

๘๒. ตัวกลางที่บดแสง คือ _____

๔๓.



เมื่อเราปล่อยลูกฟุตบอลลงบนพื้นในทิศทางหนึ่ง ลูกฟุตบอลก็จะสะท้อน
ไปในอีกทิศทางหนึ่ง ดังรูป ในทำนองเดียวกัน เมื่อเราฉายแสงลงบน
พื้นในทิศทางหนึ่ง แสงจะสะท้อนไปในทิศทางหนึ่ง เช่น เกี่ยวกับการ
สะท้อนของลูกฟุตบอล ทั้งนี้เพราะพื้นสามารถสะท้อนแสงได้

โดยปกติ พื้นจะทำควมไม หรือคอนกรีต ดังนั้น ไม หรือคอนกรีต
ย่อม _____ ได้

๔๔. เราสามารถมองเห็นวัตถุในกระจกเงาได้ เพราะแสงจากวัตถุไปกระทบ
กระจกเงาแล้ว _____ เรา
นั่นคือ กระจกสามารถ _____ ได้

๔๕. อีรุ, ซีเมนต์, กระจกฝ้า ย่อมมีคุณสมบัติ เช่นเดียวกับกระจกเงา คือ _____

๔๖. การที่เรามองเห็นภาพของตัวเราเองในน้ำใสนั้น ย่อมแสดงให้เห็นว่า
น้ำ สามารถ หักเหแสง ได้

๔๗. เมื่อเราเอาเหรียญบาทใส่ในโถงซึ่งมีน้ำเต็ม เราจะมองเห็นภาพเหรียญ
บาทไม่ชัดเจน เพราะน้ำซึ่งมีปริมาณมากนั้น ดูดกลืนแสง ส่วนหนึ่งเอาไว้
ทำให้แสงสะท้อนใต้น้อย
นอกจากสะท้อนแสงใต้อีกแล้ว น้ำยังสามารถ หักเหแสง ได้อีกด้วย

๔๘. ถ้าน้ำในโถงมีน้อยมาก เราจะมองเห็นภาพของเหรียญบาทได้ชัดเจน
เพราะน้ำปริมาณน้อยจะ ดูดกลืนแสง ใต้น้อย

๔๙. เมื่อมีวัตถุตกลงไปในบ่อที่มีน้ำลึกๆ เราจะมองเห็นวัตถุใต้น้ำได้ไม่ชัดเจน
หรือไม่สามารถมองเห็นวัตถุนั้นได้เลย เพราะน้ำที่มีปริมาณมากในบ่อนั้น
ดูดกลืนแสง ได้มาก

๔๐. อิฐ, ไม้, กระดาษ และวัตถุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติ เช่น เคี้ยวกันกับน้ำ ก้อน
อิฐ (๕๐) " ปูน (๕๐)

๔๑. วัตถุต่าง ๆ นอกจากจะมีคุณสมบัติ ขอบให้แสงผ่านได้แล้ว ยังมีคุณสมบัติ
อิฐ (๕๐) และ ปูน (๕๐) ได้อีกด้วย

๔๒. การสะท้อนแสง การดูดกลืนแสง และการยอมให้แสงผ่าน ย่อมเกิดขึ้นได้
 พร้อมกันในเวลาเดียวกัน ดังนั้น เมื่อมีแสงมากระทบวัตถุ จะเกิดปรากฏ
 การ ๓ อย่างพร้อมๆ กัน คือ
 ๑. แสงสะท้อน
 ๒. แสงดูดกลืน
 ๓. แสงผ่าน

๔๓. วัตถุที่ตัวกลางทึบแสงไม่ยอมให้แสงผ่านได้ ดังนั้น เมื่อเอาตัวกลางทึบ
แสง มาขวางทางเดินของแสง ก็จะทำให้เกิดเงาขึ้นทางด้านหลังของตัว
 กลางนั้น

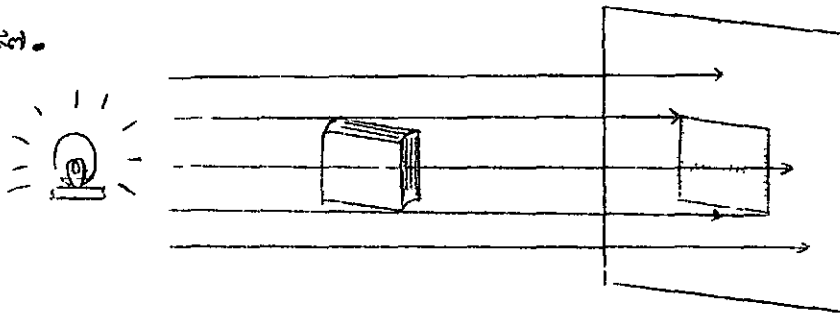
เงา เกิดจาก วัตถุทึบ มาขวางทางเดินของแสง

๕๔. เมื่อเอาไฟฉายส่องผ่านหนังสือ ก็จะได้เกิด เงา ขึ้นทางด้านหลังหนังสือนั้น

๕๕. เงาของหนังสือจะเปลี่ยนค่า และจะมีรูปร่างคล้าย เงา ทั่ว

๕๖. เงาของมือจะเปลี่ยนค่า และ รูปร่างของเงา

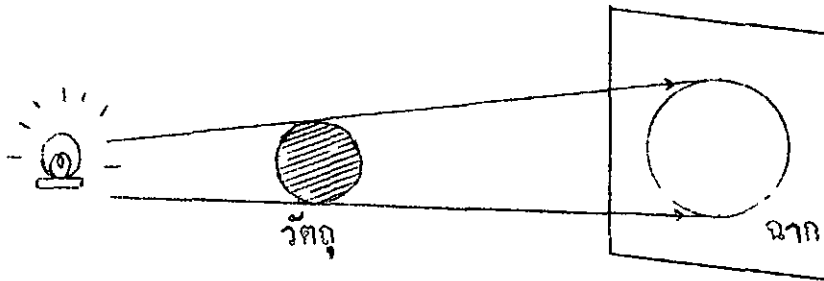
๕๗.



จากภาพนี้ จะเห็นว่า แสงส่วนหนึ่งจะกระทบบนหนังสือ อีกส่วนหนึ่งจะผ่านหนังสือไปกระทบบนฉาก บริเวณบนฉากที่แสงไม่ตกกระทบเลย ก็คือบริเวณที่เป็น เงา

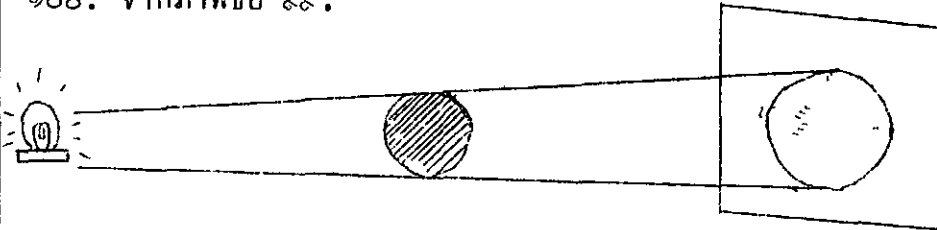
๘๘. ดังนั้น เงามัก คือบริเวณที่ _____

๘๘.



เมื่อเอาวัตถุไปวางกั้นระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับฉาก ก็จะได้ _____ บนฉาก

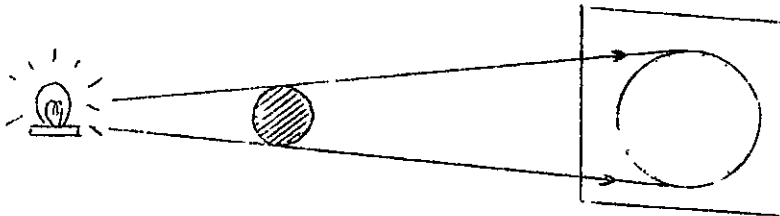
๑๐๐. จากภาพข้อ ๘๘.



ให้ฉากอยู่ที่เดิม แล้วเลื่อนให้แหล่งกำเนิดแสงอยู่ห่างจากวัตถุมากขึ้น เงามักที่เกิดขึ้นจะมีขนาด _____ กว่าเงาที่เกิดขึ้นเมื่อแหล่งกำเนิดแสงอยู่ที่เดิม

๑๐๑. จากภาพขอ สรุ. เมื่อเลื่อนโหนดลงก้านแสงเข้าใกล้วัตถุมากกว่วเดิม โดยให้ฉากอยู่ที่เดิมเงาที่เกิดขึ้น จะมีขนาด โต กว่าเงาที่เกิดขึ้นเมื่อแหล่งกำเนิดแสงอยู่ที่เดิม

จงพิจารณาภาพนี้ แล้วทำข้อ ๑๐๒-๑๐๓



๑๐๒. ถ้าให้แหล่งกำเนิดแสง และวัตถุอยู่ที่เดิม แล้วเลื่อนฉากให้ ไกลออกไปจากวัตถุมากๆ เงาที่เกิดขึ้นบนฉากจะมีขนาด โต กว่าเดิม

๑๐๓. ถ้าให้แหล่งกำเนิดแสงและวัตถุอยู่ที่เดิม แล้วเลื่อนฉากให้ เข้านานอยู่ใกล้วัตถุมากขึ้น เงาที่เกิดขึ้นบนฉากจะมีขนาด เล็ก กว่าเดิม

๑๐๔. จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ เป็นเรื่องของ การเกิดเงาทั้งสิ้น จะเห็นว่าขนาดของเงาขึ้นอยู่กับ ขนาดของวัตถุที่ขวางทางเดินของแสง และ ระยะ
ระหว่างวัตถุกับฉาก

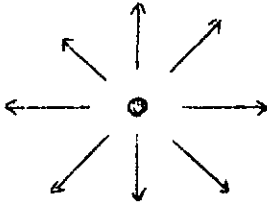
๑๐๕. นั่นคือ ขนาดของเงาที่เกิดบนฉาก จะมีขนาดใหญ่ หรือ เล็กมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับ

๑. ขนาดของวัตถุ
๒. ระยะระหว่างวัตถุกับฉาก

เ ก ง ม า ก . . .

นักเรียนทำบทเรียนได้เร็วก็จริงๆ ชั่วเวลาไม่นาน
นักเรียนก็ทำได้มากแล้ว ทำต่อไปอีกสักหน่อยดีไหม ?
แล้วจะได้ทำแบบฝึกหัดกัน

๑๐๖.



วัตถุที่ปล่อยแสงสว่าง ขอบกระจายแสง
สว่างออกเป็นรัศมีรอบๆวัตถุนั้น ดังภาพ
เส้นตรงที่มีหัวลูกศร เป็นรัศมีของแสง
ซึ่งรัศมีของแสงจะแทนแนวการเคลื่อนที่
ของแสง

ดังนั้น เราสามารถใช้เส้นตรงที่มีหัวลูกศร แทน _____

๑๐๗.



ใช้แทน _____ ซึ่งมีควา
หมายว่า แสงนี้ทิศทางพุ่งขึ้น

๑๐๘.

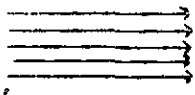


ใช้แทน _____ ซึ่งมีควา
หมายว่า _____

๑๐๙. เราเรียกแนวทางการเคลื่อนที่ของแสงว่า รังสีของแสง ดังนั้นเราจึงใช้
ลูกศร แทน _____

๑๑๐. รังสีของแสงที่ _____ เราสามารถแทนรังสี
ของแสงโคควย _____

๑๑๑. ถารังสีของแสงหลายรังสีมารวมกันเข้า เราเรียกว่า ลำแสง



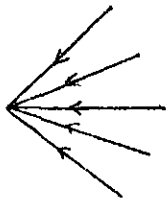
ภาพนี้ จะ เขียนแทน _____

๑๑๒. แสงอาทิตย์ที่พุ่งผ่านหน้าต่างๆ เข้ามาในห้อง มีลักษณะ เป็น _____

๑๑๓. แสงจากกระบอกไฟฉาย แสงจากหลอดไฟฟ้า จะพุ่งออกเป็น _____

๑๑๔. แสงที่เปล่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงทุกชนิด จะพุ่งออกมาเป็น _____

๑๑๕.

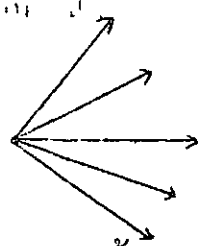


ภาพนี้เรียกว่า ลำแสงคี่บ ก็คือ
แสงที่พุ่งออกจากแหล่งกำเนิดแสง แล้ว
มีปลายรวบเข้าหากัน

เมื่อเอากระจกเงามาขวางทาง
เดินของแสง ลำแสงที่สะท้อนจากกระจก
เงา จะสะท้อนไปรวมกันที่จุดหนึ่ง
เราเรียกลำแสงที่สะท้อนจากกระจกเงาว่า _____

๑๑๖. ถ้าเอาเลนส์นูนไปขวางทางเดินของแสง ก็จะให้ผลเช่นเดียวกับกระจก
เงา คือลำแสงจะไปรวมกันที่จุดหนึ่ง ดังนั้นลำแสงที่ผ่านเลนส์นูนจะเป็น

๑๑๗.



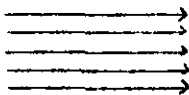
ลำแสงในภาพนี้ เรียกว่า ลำแสง
ปลายบาน คือลำแสงที่พุ่งออกจาก
แหล่งกำเนิดแสง แล้วปลายจะ
บานออก

เพี้ยนไปจะให้ลำแสง _____

๑๑๘. ลำแสงจากตะเกียง เป็น _____

๑๑๙. แหล่งกำเนิดแสงอันเดียวกัน จะให้ทั้งลำแสง _____ และลำแสง _____
มันจะให้ลำแสงที่หักเหเมื่อเราเอา _____ มาขวางทางเดินของแสง
หรือเอา _____ มาขวางทางเดินของแสง

๑๒๐.



ภาพนี้ เรียกว่าลำแสงขนาน คือลำแสงที่ _____
_____ ลำแสงขนาน เป็นลำแสงที่เนื่องจากแหล่งกำเนิด
แสงอยู่ไกลมาก เช่นลำแสงจากดวงอาทิตย์

๑๒๑. ลำแสงที่มาจากดาวฤกษ์ เป็น _____.

๑๒๒. ลำแสงมี ๓ ชนิด คือ

๑. _____

๒. _____

๓. _____

เอา ๑ ละ ห ยุก ทั น แ ค้ นี'

ให้นักเรียนเริ่มทำแบบฝึกหัดได้เลย

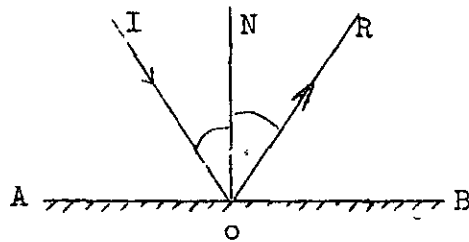
แบบฝึกหัด

จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ข้อความสมบูรณ์

๑. เรามองเห็นวัตถุต่างๆ ใดก็ตามเมื่อ.....
๒. สมมุติ คินสอ เมื่อวางไว้ในห้องมืด เราจะมองไม่เห็น แต่ถ้าเราเปิดไฟให้สว่าง เราจะมองเห็นได้ ทั้งนี้เพราะ.....
๓. ตั๊กกลาง คือ.....
๔. วัตถุต่อไปนี้ เป็นตั๊กกลางชนิดใด ?
 - ก. แก้วใส.....เพราะ.....
 - ข. ฝุ่นละออง.....เพราะ.....
๕. เงาเกิดขึ้นได้เพราะ.....
๖. เมื่อให้วัตถุอยู่ใกล้หลอดไฟมากๆ เงาที่เกิดขึ้นจะ.....กว่าเมื่อให้วัตถุอยู่ห่างจากหลอดไฟมากๆ
๗. ขนาดของเงาขึ้นอยู่กับ.....
๘. สาเหตุที่ทำให้เรามองเห็นวัตถุที่อยู่ตรงก้นแม่น้ำใต้โซ่ขัดเวน คือ.....
๙. วัตถุที่แสงทะลุผ่านได้ คือ.....และที่แสงทะลุผ่านไม่ได้ คือ.....
๑๐. เมื่อแสงตกกระทบตั๊กกลางใดๆ จะมีปรากฏการณ์.....อย่างคือ (๑)..... (๒)..... (๓).....
๑๑. รังสีของแสงคือ.....เราเขียนแทนด้วย.....
๑๒. ลำแสงทึบ จะเกิดขึ้นเมื่อ.....
๑๓. โดยปกติแหล่งกำเนิดแสง เช่น เทียนไข ตะเกียง ดวงดาว จะให้ลำแสงชนิด.....
๑๔. ลำแสงขนานคือ.....จะเกิดขึ้นเมื่อ.....

(๓๙)

๑๒๓.



เมื่อแสงตกกระทบบนวัตถุ ก็จะมีการสะท้อนแสงเกิดขึ้นเสมอ ดังภาพ
IO แทน แนวทางเดินของแสงไปตกกระทบบนกระจก AB
ดังนั้น IO จะแทนรังสี ตกกระทบบน กระจก AB

๑๒๔. OR แทน แนวทางเดินของแสง ซึ่งสะท้อนจากกระจก AB
ดังนั้น OR จะแทนรังสี สะท้อน จากกระจก

๑๒๕. ให้นักเรียนวัดมุมที่ ๑ และมุมที่ ๒ นักเรียนจะพบว่า ค่าของมุมที่ ๑
จะ เท่ากับ ค่าของมุมที่ ๒

๑๒๖. มุมที่ ๑ เรียกว่า มุมตกกระทบบ ส่วนมุมที่ ๒ เรียกว่า มุมสะท้อน

๑๒๗. นั้นแสดงว่า เมื่อแสงตกกระทบบนวัตถุ มุมตกกระทบยอม น้อยกว่า มุมสะท้อน

๑๒๘. จากภาพในข้อ ๑๒๓.
ON เรียกว่า เส้นปกติ ซึ่งเป็นเส้นที่ตั้งฉากกับผิวกระจก ณ จุดที่
แสงตกกระทบบนมุมตกกระทบคือมุมที่(๑) ซึ่งเกิดจากรังสีตกกระทบบนทำกับ
เส้นปกติ มุมสะท้อนคือมุมที่(๒) ซึ่งเกิดจาก รังสีสะท้อน ทำกับ เส้นปกติ

๑๒๙. เราเคยทราบมาแล้วว่า วัตถุทุกชนิดยอมสะท้อนได้ จากภาพข้อ ๑๒๓.นี้
แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีแสงไปตกกระทบบนกระจก ก็จะมีการสะท้อนแสงเกิด
ขึ้น โดยที่มุมตกกระทบ เท่ากับ มุมสะท้อน

๑๓๐. ภาพในข้อ ๑๒๓. นั้นเป็นการแสดงเรื่องกฎการสะท้อนของแสง การ
สะท้อนของแสงบนวัตถุใดก็ตาม ยอมเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง
ทั้งสิ้น
การสะท้อนบนผิวน้ำ ยอมเป็นไปตาม กฎการสะท้อนของแสง

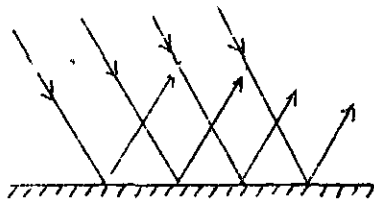
๑๓๑. การสะท้อนบนกระจกโค้งก็เป็นไปตาม กฎของแสง

๑๓๒. กฎการสะท้อนของแสงกล่าวหา

๑. รังสีตกกระทบ, เส้นปกติ, รังสีสะท้อน ต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน

๒. มุมตกกระทบ เท่า มุมสะท้อน

๑๓๓.



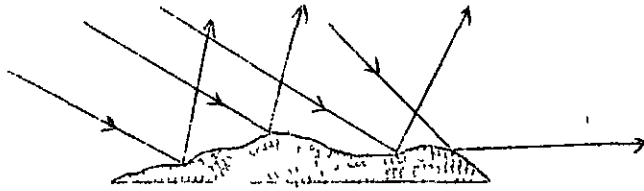
(ภาพการสะท้อนแสงอย่างเป็นระเบียบ)

วัตถุบางชนิดมีการสะท้อนแสงอย่างเป็นระเบียบ โดยเฉพาะวัตถุที่มีผิวเรียบเป็นมัน

พื้นไม้ที่มีผิวเรียบเป็นมัน ย่อมสะท้อนแสง อย่างเป็นระเบียบ

๑๓๔. กระจก, ใวน้ำที่อยู่นิ่ง, กระจกโค้ง จะสะท้อนแสง อย่างเป็นระเบียบ

๑๓๕. ภาพของการสะท้อนของแสงอย่างไม่เป็นระเบียบเป็นดังนี้



การสะท้อนแสงไม่เป็นระเบียบ จะเกิดบนวัตถุที่มีผิวขรุขระไม่เรียบ ดังนั้น การสะท้อนแสงบนไมกระดานที่มีผิวไม่เรียบ จึงเป็น การสะท้อนแสงไม่เป็นระเบียบ
ผิด ผิด

๑๓๖. การสะท้อนแสงบนกระดาษที่มีผิวหยาบ เป็นการสะท้อนที่ ไม่เป็นระเบียบ

๑๓๗. ผิวของวัตถุ จะทำให้แสงเกิดการสะท้อนในลักษณะใดก็ได้ ดังนั้น แสงจะสะท้อนใดก็ได้หรือไม่ก็ได้, สะท้อนไ้มากหรือน้อย จะขึ้นอยู่กับ ผิวของวัตถุนั้น

๑๓๘. การสะท้อนแสงอย่างเป็นระเบียบ คือ การสะท้อนที่รังสีสะท้อนพุ่งไปในทิศทางเดียวกัน
 , การสะท้อนแสงที่ไม่เป็นระเบียบ คือ การสะท้อนที่รังสีสะท้อนพุ่งไปในทิศทางต่างๆ

๑๓๙. การสะท้อนแสงอย่างเป็นระเบียบ คือ ระนาบเรียบ

การสะท้อนแสงอย่างไม่เป็นระเบียบ คือ ผิวขรุขระ

๑๔๐. ภาพ เกิดจากรังสีสะท้อน หรือรังสีหักเหมาตัดกัน หรือเสมือนหนึ่งมาตัดกัน ถ้ารังสีสะท้อนหรือรังสีหักเหมาตัดกันจริง เราก็เรียกว่า ภาพจริง รังสีที่สะท้อนจากกระจกเงาจะมาตัดกันจริงๆ ดังนั้นภาพที่เกิดขึ้นจะเป็น เป็น

๑๔๑. แสงที่หักเหผ่านเลนส์นูน ซึ่งจะไปตัดกันจริง ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็น เป็น

๑๔๒. รังสีสะท้อน หรือรังสีหักเหที่เสมือนหนึ่งมาตัดกันจริง จะทำให้เกิดภาพที่เราเรียกว่า ภาพเสมือน ภาพของเราที่เกิดขึ้นในน้ำเป็นภาพ เป็น

๑๔๓. ภาพของตัวเราที่ปรากฏในกระจกเงา เป็น _____

๑๔๔. ภาพจริง คือ _____

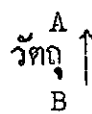
ภาพเสมือน คือ _____

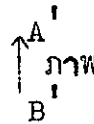
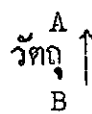
๑๔๕. ปริศนาควิไลม คือภาพเสมือนที่กลับซ้ายเป็นขวา เช่น เมื่อเราถือสมุดควมมือซ้าย ภาพที่ปรากฏในกระจกจะกลายเป็นว่า เราถือสมุดควมมือ _____
ลักษณะของภาพในกระจกเงาเป็น _____

๑๔๖. ภาพที่ปรากฏในน้ำเป็น _____ มีขนาดเท่าวัตถุ

๑๔๙. ภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงา นอกจากจะเป็นปรัศฉายาวิโลม และมีขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุแล้ว ก็จะมี ระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุด้วย

ดังนั้นถ้าเราวางสมุดไต่ทางจากกระจกเงา ๕ นิ้ว ภาพที่เกิดขึ้นจะอยู่ห่างจากกระจกเงาไปทางด้านหลัง _____ นิ้ว

๑๕๐. ถ้า  เป็นลูกศรที่วางหน้ากระจก ภาพของลูกศรที่เกิดขึ้นด้านหลังกระจกจะเป็นดังนี้



ถ้า AB ยาว ๑๐ นิ้ว A'B' จะยาว _____ นิ้ว

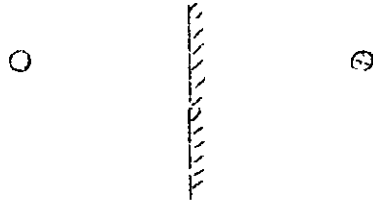
๑๕๑. โปรดเขียนภาพที่ปรากฏที่ด้านหลังกระจกให้ถูกต้อง โดยให้ A เป็นวัตถุซึ่งวางหน้ากระจก



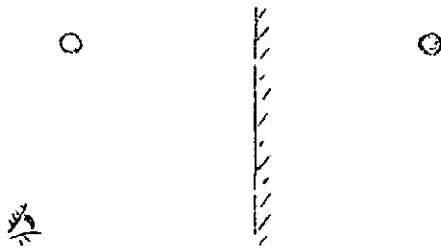
๑๕๒. ให้นักเรียนเขียน  แทนกระจก ลงไปในระหว่าง A และ B ให้ถูกต้อง โดยกำหนดให้ A เป็นวัตถุ และ B เป็นภาพที่เกิดขึ้นหลังกระจก



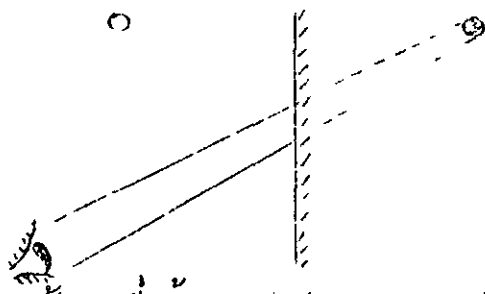
- . ให้นักเรียนอ่านวิธีการต่อไปนี้ให้เข้าใจ โดยไม่ต้องเติมอะไรลงไป
ในการเขียนทางเดินของแสงที่เรามองเห็นในกระจกเงา ทำได้ดังนี้.



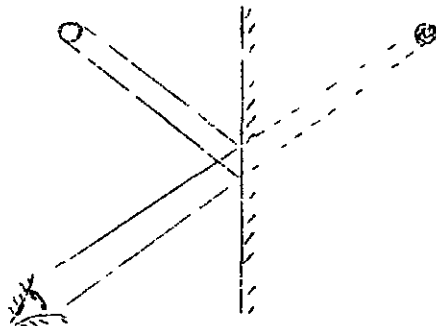
๑. กำหนด ตำแหน่งของตาที่มองเห็นภาพ



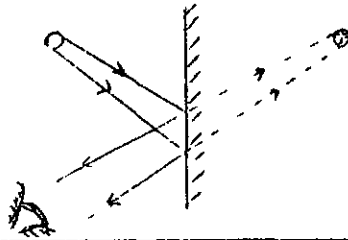
๒. ลากเส้นตรง ๒ เส้นจากภาพมาเข้าตา โดยให้เส้นที่อยู่หลังกระจกเป็น
เส้นประ(.....) เส้นที่อยู่หน้ากระจกเป็นเส้นทึบ



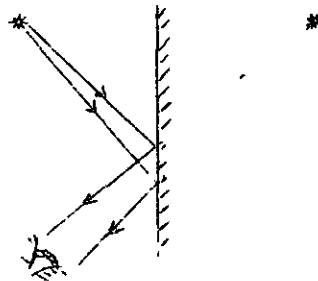
๓. จากจุดทั้งสองที่เส้นตรงตัดกับแนวกระจก ให้ลากเส้นตรงไปยังวัตถุ



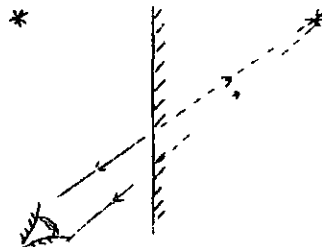
๔. เขียนหัวลูกศรแสดงทิศทางการเดินของแสง ก็จะได้ภาพทางเดินของแสงที่มองเห็นเป็นภาพในกระจก



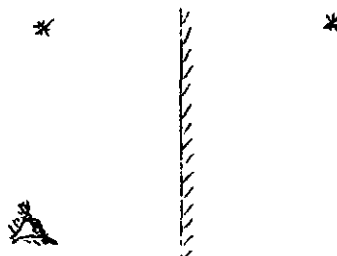
๑๕๑. โปรดต่อทางเดินของแสงให้สมบูรณ์



๑๕๒. โปรดต่อทางเดินของแสงให้สมบูรณ์

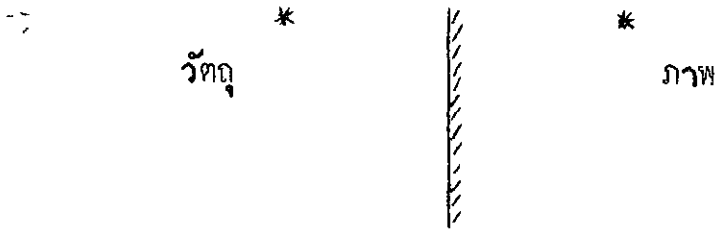


๑๕๓. โปรดต่อทางเดินของแสงให้สมบูรณ์

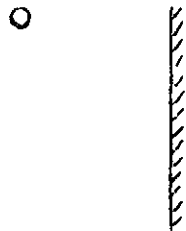


(๔๖)

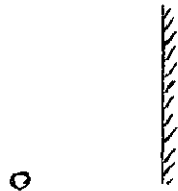
๑๕๔. โปรดเขียนทางเดินของแสงให้สมบูรณ์



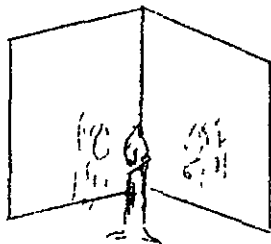
๑๕๕. โปรดเขียนทางเดินของแสงให้สมบูรณ์



๑๕๖. โปรดเขียนทางเดินของแสงให้สมบูรณ์



๑๕๗.



เมื่อเอากระจกขนาด ๒ บาน วางทำมุมกันตั้งภาพ แล้วเอาวัตถุวางระหว่างกระจกทั้งสอง จะเกิดภาพขึ้นหลายภาพ :
เราจะหาจำนวนภาพได้จากสูตร

$$\text{จำนวนภาพ} = \frac{360}{\text{มุมระหว่างกระจก}} - 1$$

๑๕๘. ถ้ามีมุมระหว่างกระจกเป็น 60° จงหาจำนวนภาพที่เกิดขึ้น

$$\text{จำนวนภาพ} = \frac{360}{60} - 1$$

$$= 6 - 1$$

_____ ภาพ

๑๕๙. ถ้ามีมุมระหว่างกระจกเป็น 90° จะเกิดภาพ _____ ภาพ

๑๖๐. ถ้าแทนจำนวนภาพด้วยอักษร N

แทนมุมระหว่างกระจกด้วย ϕ

เราก็จะได้สูตรการหาจำนวนภาพดังนี้

$$N = \frac{360}{\phi} - 1$$

๑๖๑. จากสูตร ค่าของ N จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าของ _____

๑๒๒. วางวัตถุหน้ากระจก ๒ บาน ซึ่งห่างกัน ๒๐" จะเกิดภาพ _____ ภาพ

เมื่อเราต้องการหาจำนวนระหว่างกระจก ๒ บาน เราทำได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร } N = \frac{๓๖๐}{\phi} - ๑$$

๑. เอา ๑ บวกเข้าทั้งสองข้าง จะได้ $N + ๑ = \frac{๓๖๐}{\phi}$

๒. เอา ϕ คูณเข้าทั้งสองข้าง จะได้ $\phi(N + ๑) = ๓๖๐$

๓. เอา $(N + ๑)$ หารทั้งสองข้างจะได้ $\phi = \frac{๓๖๐}{(N + ๑)}$

๑๒๓. เมื่อวางวัตถุหน้ากระจก ๒ บาน ซึ่งห่างกัน จะเกิดภาพ ๕ ภาพ จงหาว่า กระจกห่างกันเท่าไร ?

$$\text{สูตร } N = \frac{๓๖๐}{\phi} - ๑$$

จากโจทย์ทราบว่า $N = ๕$

แทนค่าในสูตร $๕ = \frac{๓๖๐}{\phi} - ๑$

ขั้นที่ ๑ $(๕ + ๑) = \frac{๓๖๐}{\phi}$

ขั้นที่ ๒ $\phi(๕ + ๑) = ๓๖๐$

ขั้นที่ ๓ $\phi = \frac{๓๖๐}{(๕ + ๑)}$

$$\phi = \underline{\hspace{2cm}}$$

๑๖๔. เขียนไว้วางอยู่บนกระจก ๒ บาน ทำให้เกิดภาพ ๓ ภาพ กระจก ๒ บานนั้น จะค้ำมกันเท่าไร ?

$$\text{สูตร} \quad N = \frac{๓๖๐}{\phi} - ๑$$

$$\text{จากโจทย์ทราบว่า} \quad N = ๓$$

$$\text{แทนค่าในสูตร} \quad ๓ = \frac{๓๖๐}{\phi} - ๑$$

$$\text{ขั้นที่ ๑} \quad (๓ + ๑) = \frac{๓๖๐}{\phi}$$

$$\text{ขั้นที่ ๒} \quad \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\text{ขั้นที่ ๓} \quad \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

๑๖๕. จะต้องใช้กระจกค้ำมกันเท่าไร จึงจะเกิดภาพ ๔ ภาพ

$$\text{สูตร} \quad N = \frac{๓๖๐}{\phi} - ๑$$

$$\text{จากโจทย์ทราบว่า} \quad N = ๔$$

$$\text{แทนค่าในสูตร} \quad ๔ = \frac{๓๖๐}{\phi} - ๑$$

$$\text{ขั้นที่ ๑} \quad \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\text{ขั้นที่ ๒} \quad \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\text{ขั้นที่ ๓} \quad \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

๑๖๖. กระจกทำมุมกันเท่าไร จึงจะเกิดภาพ ๕ ภาพ ?

๑๖๗. ถิ่นสอ ๑ แฉง วางหน้ากระจก ๒ บาน ที่วางทำมุมกับ จะเกิดภาพ
๑๑ ภาพ อยากทราบว่า กระจกทำมุมกันเท่าไร ?
กระจกทำมุมกัน _____ องศา

๑๖๘. เมื่อต้องการให้เกิดภาพบางลบ ๗ ภาพ ในกระจก จะต้องให้กระจกวาง
ทำมุมกับ _____ องศา

แบบฝึกหัด

จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ข้อความสมบูรณ์

๑. เมื่อแสงตกกระทบวัตถุ ยอมเกิด.....
๒. ในการสะท้อนแสง มุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นปกติ ยอม.....
๓. การสะท้อนแสงอย่างเป็นระเบียบคือ.....
วัตถุที่สะท้อนแสงใด เช่นนี้ใดแก่.....
๔. แสงสะท้อนใดคี่หรือไม่ขึ้นอยู่กับ.....
๕. ภาพเสมือนจะเกิดขึ้นเมื่อ.....
ภาพจริงจะเกิดขึ้นเมื่อ.....
๖. เราสามารถมองเห็นภาพตัวเราในน้ำได้ ภาพชนิดนี้เรียกว่า.....
๗. สมมุติวางกระจกเงา ๒ นิ้ว ภาพที่เกิดในกระจกเงาจะอยู่ห่างจากกระจก.....นิ้ว
๘. จงเขียนภาพนี้ให้สมบูรณ์

*

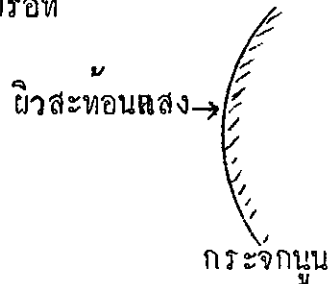
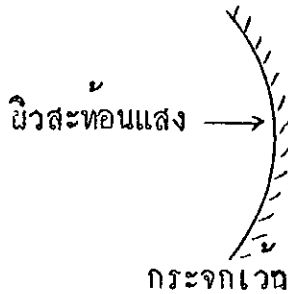
๙. เมื่อเอาวัตถุวางหน้ากระจกเงา ๒ บานวางทำมุมกัน ๑๐° จะเกิดภาพ.....ภาพ
๑๐. ถ้าเกิดภาพขึ้น ๔ ภาพ กระจกสองบานจะทำมุมกัน.....องศา
๑๑. เมื่อเอากระจก ๒ บาน วางทำมุมกัน ภาพที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อย ยอมรับขึ้นอยู่กับ.....ของกระจกทั้งสองนั้น
๑๒. กฎการสะท้อนของแสงกล่าวว่า

๑.....

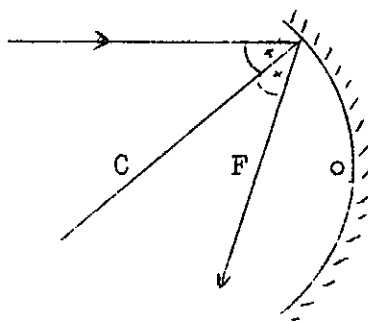
๒.....

กระจกโค้ง คือ กระจกที่เป็นส่วนหนึ่งของทรงกลม มี ๒ ชนิด คือ

๑. กระจกเว้า คือกระจกโค้งที่มีผิวสะท้อนแสงอยู่ด้านใน ส่วนด้านนอกฉาบด้วยปรอท
๒. กระจกนูน คือกระจกโค้งที่มีผิวสะท้อนแสงอยู่ด้านนอก ส่วนด้านในฉาบด้วยปรอท



๑๖๘.

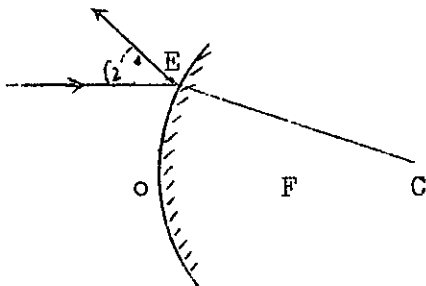


เมื่อแสงตกกระทบบนกระจกโค้ง
การสะท้อนแสงบนผิวโค้ง ย่อมเป็นไป
ตามกฎการสะท้อนทุกประการ โดยมี
เส้นที่ลากจากจุดที่แสงตกกระทบบนไปยังจุด
ศูนย์กลางความโค้งของกระจก เป็น
เส้นปกติ

ถ้าให้ C เป็นจุดศูนย์กลางความโค้งของกระจก E เป็นจุดที่แสงตก
กระทบบน

ดังนั้น CE จึงเป็นเส้น _____

๑๖๙. เส้นปกติจะเป็นเส้นที่ตั้งฉากกับผิวของกระจกตรงจุดที่แสงตกกระทบบนเสมอ

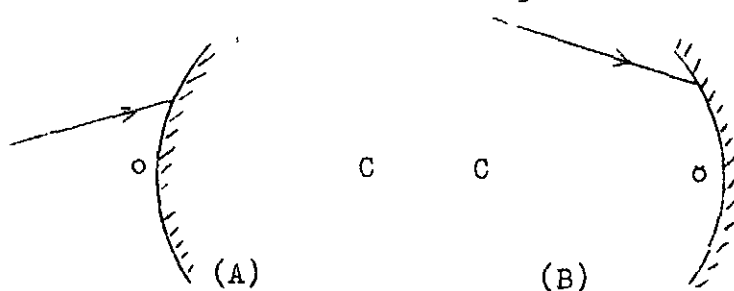


CE เป็นเส้นตั้งฉากกับผิวกระจกนูน
ตรงจุดที่แสงตกกระทบบน

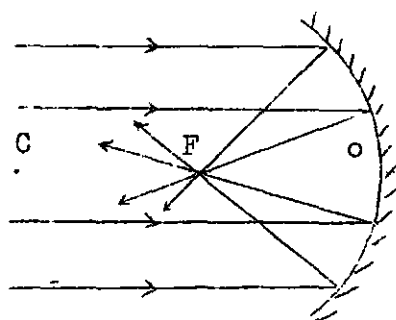
ดังนั้น เส้น CE จึงเป็นเส้น _____

๑๙๑. จากข้อ ๑๙๐. ถ้ามุม θ เท่ากับ 20° องศา มุม ϕ จะเท่ากับ _____
 ภาย

๑๙๒. ให้นักเรียนเขียนภาพข้างล่างนี้ให้สมบูรณ์



๑๙๓. จากภาพ เมื่อแสงตกกระทบบนกระจกเว้า รังสีสะท้อนจะสะท้อนผ่านจุดๆ
 หนึ่ง เรียกจุดที่รังสีสะท้อนจากกระจกเว้ามารวมกันว่า จุดโฟกัส



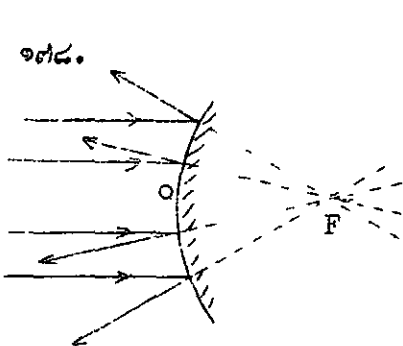
ในที่นี้จุด F คือจุด _____

๑๙๔. จากภาพในข้อ ๑๙๓. จุด F คือจุด _____

๑๗๕. แสงที่สะท้อนจากกระจกเว้า ยอมสะท้อนผ่านจุด _____ เสมอ

๑๗๖. ถ้าเราเอากะลามะพร้าวมาวางไว้ที่จุด _____ แล้วหันให้กระจกเว้า
เข้ารับแสงจากดวงอาทิตย์ กระจกแผ่นนั้นจะร้อนมากและอาจไหม้ไฟได้

๑๗๗. จุดโฟกัสของกระจกเว้า มีแสงสะท้อนมารวมกัน จริง เราจึงเรียกจุด
โฟกัสของกระจกเว้าว่า เป็นจุดโฟกัส _____



เมื่อแสงตกกระทบบนกระจกนูน รังสี
สะท้อนจะสะท้อนออกจากผิวของกระจก
กึ่งภาพ

จากภาพจะเห็นว่ารังสีสะท้อนไม่มา
รวมกันที่จุด _____

ถ้าเราลากส่วนที่ต่อจากรังสีสะท้อน
เส้นที่ต่อจากรังสีสะท้อนทุกเส้น จะมารวมกันที่จุด _____

๑๗๙. รังสีสะท้อนของกระจกนูน เสมือนหนึ่งว่ามันมารวมกันที่จุด _____

๑๘๐. รังสีที่สะท้อนจากกระจกนูน จะไม่มารวมกันที่จุดโฟกัส แต่มันเสมือนหนึ่งว่า
มารวมกันที่จุดโฟกัส
เราจึงเรียกจุดโฟกัสของกระจกนูนว่า จุดโฟกัส _____

๑๘๑. เราอาจสรุปได้ว่า
กระจกนูนมีจุดโฟกัส _____
กระจกเว้ามีจุดโฟกัส _____

๑๘๒. ถ้าเราทราบรัศมีความโค้งของกระจก เราก็สามารถที่จะหาความยาว
โฟกัสได้จากสูตร

$$\text{ความยาวโฟกัสของกระจก} = \frac{r}{2} \times \text{รัศมีความโค้งของกระจก}$$

หรือ

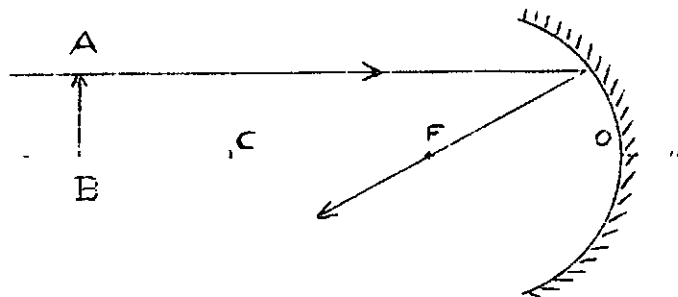
$$\text{รัศมีความโค้งของกระจก} = \frac{r}{2} \times \text{ความยาวโฟกัสของกระจก}$$

๑๔๓. กระจกบานหนึ่งมีความยาวโฟกัส ๑๐ ซม. จะมีรัศมีความโค้ง _____ ซม.

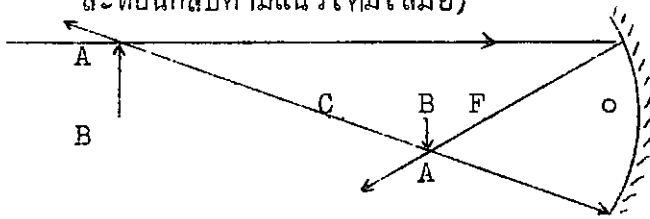
๑๔๔. กระจกเว้าบานหนึ่งมีรัศมีความโค้งของกระจกเป็น ๒๐ นิ้ว กระจกเว้า
บานนี้มีความยาวโฟกัส _____ นิ้ว

การเขียนภาพที่เกิดขึ้นบนกระจกเว้า ทำได้ดังนี้

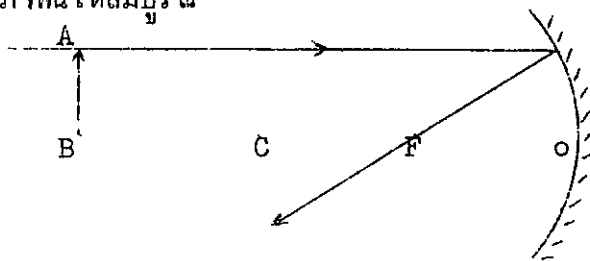
๑. ให้ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุที่วางอยู่หน้ากระจก ให้ขนานกับแกน
मुखสำคัญ ไปตกกระทบบนกระจก แล้วให้ลากรังสีสะท้อน สะท้อน
ผ่านจุดโฟกัส



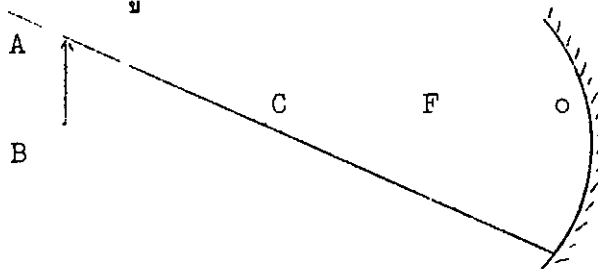
๒. จากวัตถุให้ลากรังสีตกกระทบผ่านจุด C ไปตกกระทบบนกระจก โดยมีรังสีสะท้อน สะท้อนกลับในแนวเดิม (เพราะเป็นรังสีที่ตกกระทบบนแนวเส้นปกติ รังสีที่ตกกระทบบนแนวเส้นปกติยอมสะท้อนกลับตามแนวเดิมเสมอ)



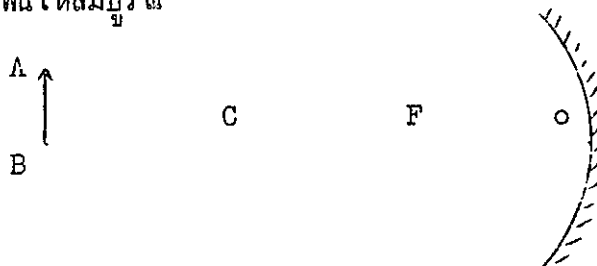
๑๔๕. จงเติมภาพนี้ให้สมบูรณ์



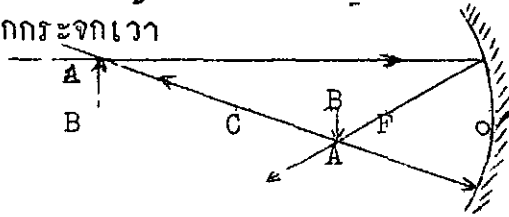
๑๔๖. จงเติมภาพนี้ให้สมบูรณ์



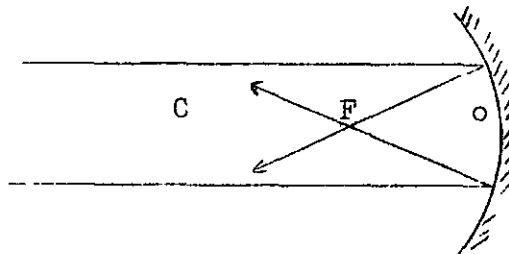
๑๔๗. จงเติมภาพนี้ให้สมบูรณ์



ภาพจริง เป็นภาพที่เกิดขึ้นด้านหน้าของกระจก ซึ่งสามารถเอามาจับได้ มีลักษณะหัวกลับกับวัตถุ และมีขนาดเล็กกว่าวัตถุ ดังเช่นภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเว้า

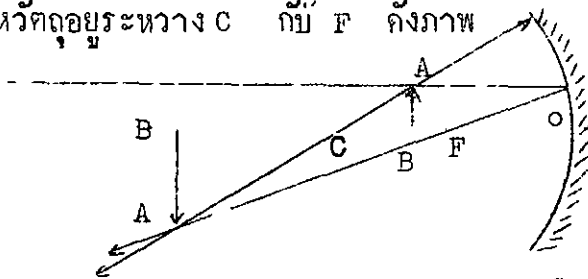


๑๔๘. ถ้าเราให้วัตถุอยู่ห่างจากกระจกเว้ามากๆ ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นดังนี้



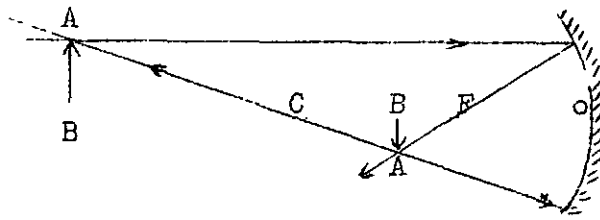
ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพ _____ มีลักษณะ _____ กับวัตถุ เกิดที่จุด _____

๑๔๙. ถ้าให้วัตถุอยู่ระหว่าง C กับ F ดังภาพ



ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพ _____ มีลักษณะ _____ กับวัตถุ อยู่นอกจุด C ออกไป

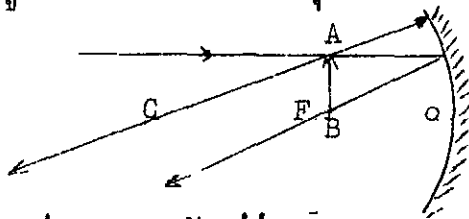
๑๕๐. ถ้าวัตถุอยู่ห่างออกไปจากจุด C แต่ไม่ไกลมากนัก ภาพที่เกิดขึ้นดังนี้



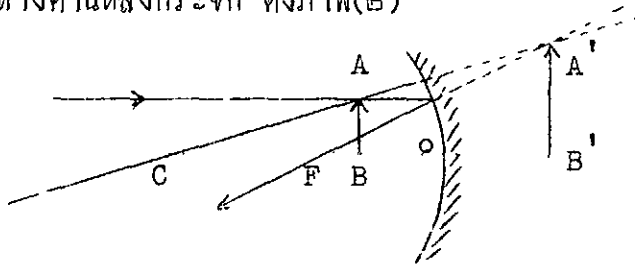
ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพ _____ มีลักษณะหัวกลับกับวัตถุ อยู่ระหว่าง _____ กับ _____

๑๔๑. จากข้อ ๑๔๔-๑๕๐ จะเห็นว่า ภาพเกิดขึ้นภายในกระจกทั้งสิ้น ดังนั้น ถ้าเราวางวัตถุไว้นอกกระจก ให้อยู่ห่างจากจุดโฟกัสของกระจกออกไป เราจะใดภาพจริงเกิดขึ้นที่ _____ ของกระจกเงา

๑๔๒. ถ้าวัตถุอยู่ระหว่างขั้วกระจกและจุดโฟกัส ดังภาพ(๑)



เราจะเห็นว่า รังสีสะท้อนที่ผ่านจุด F กับรังสีสะท้อนที่ผ่านจุด C ไม่ตัดกันจริง แต่เมื่อเราต่อแนวรังสีทั้งสองออกไป ก็เสมือนหนึ่งว่ามันไปตัดกันจริงทางด้านหลังกระจก ดังภาพ(๒)



ภาพที่เกิดขึ้นนี้เป็นภาพเสมือน มีลักษณะเหมือนกับวัตถุ มีขนาด _____ กว่าวัตถุ และจะเกิดด้านหลังกระจก และเป็นภาพที่เราเอานาฬิกาจับไม่ได้

๑๔๓. ภาพที่เกิดจากรังสี อย่างน้อย ๒ รังสี เสมือนหนึ่งมาตัดกันจริง และเป็นภาพที่เราเอานาฬิกาจับไม่ได้ เรียกว่า _____

๑๔๔. กระจกเงาสามารถที่จะให้ภาพ_____ได้เช่นเดียวกัน

๑๔๕. กระจกเงาจะให้ภาพเสมือนใด ก็ต่อเมื่อเราเอาวัตถุวางระหว่าง_____กับ_____

๑๔๖. ภาพเสมือนที่ได้จากกระจกเงา จะมีขนาด_____กว่าวัตถุ และเกิดขึ้น
ทางด้านหลังของกระจก

๑๔๗. กระจกเงาจะให้ภาพเสมือนที่มีขนาดโตกว่าวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่ใกล้กระจก
มากๆ กว้างเห็นท้องฟ้าเพียงໃး_____สำหรับตรวจฟันของ
ผู้ป่วย

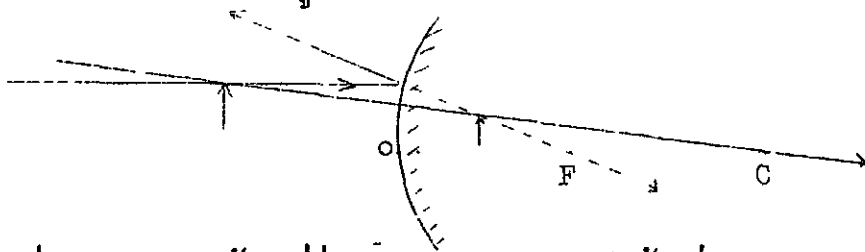
๑๙๘. กระจกเว้าจะให้ภาพ _____ ชนิด คือ

๑. _____ ซึ่งเป็นภาพที่เอามาจับได้
๒. _____ ซึ่งเป็นภาพที่เอามาจับไม่ได้

๑๙๙. จงเปรียบเทียบการเกิดภาพทั้งสองของกระจกเว้า

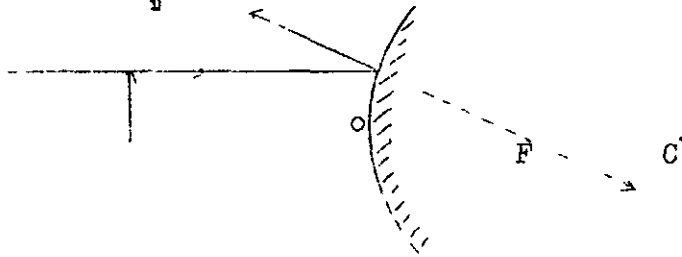
	ภาพจริง	ภาพเสมือน
ลักษณะ	หัวกลับ	หัวตั้ง
การเกิดภาพ	รังสีตัดกันจริง	_____
ตำแหน่งที่เกิด	_____	เกิดหลังกระจก

๒๐๐. การเกิดภาพบนกระจกนูนเป็นดังนี้

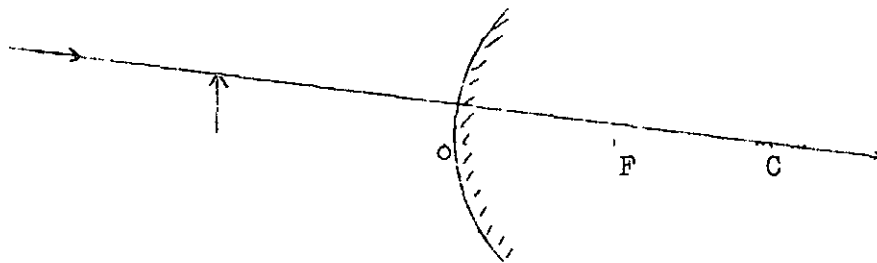


เนื่องจากรังสีสะท้อนไม่ผ่านจุดโฟกัส เราจำเป็นต้องต่อแนวรังสีสะท้อนให้ผ่านจุด _____ แนวรังสีที่ต่อขึ้นมา เสมือนหนึ่งมันตัดกันกับรังสีที่ผ่านจุด F จึงทำให้เกิดภาพขึ้นได้

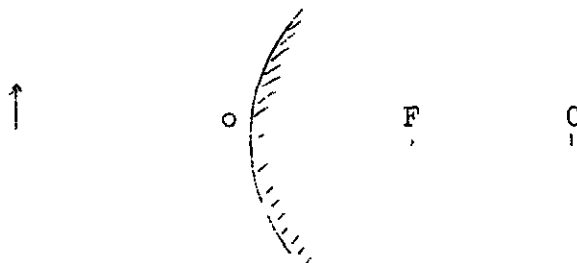
๒๐๑. จงต่อภาพนี้ให้สมบูรณ์



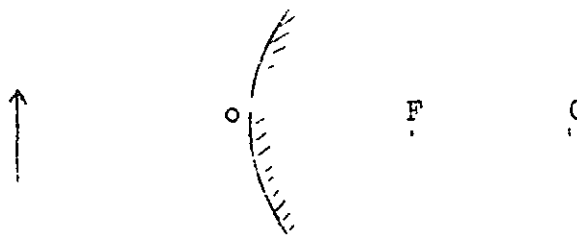
๒๐๒. จงต่อภาพนี้ให้สมบูรณ์



๒๐๓. จงต่อภาพนี้ให้สมบูรณ์



๒๐๔. จงต่อภาพนี้ให้สมบูรณ์



๓๐๕. เนื่องจากการสะท้อนกระจกบน กระจกสีสะท้อนไม่ชัดกันจริง แต่เมื่อเรา
 ทอแนวรังสีสะท้อนออกไปทางคามหลังกระจก รังสีสะท้อนจะเปลี่ยนหนึ่ง
 ความถี่ เปลี่ยนไป ชัดกันจริง

ดังนั้นภาพที่เกิดจากกระจกนูนจึง เป็นภาพ _____ มีลักษณะหัวตั้ง
 ที่ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ

๓๐๖. ไม่ว่าวัตถุจะวางอยู่ที่ใด กระจกนูนจะให้ภาพ _____ เสมอ และมี
 ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

๓๐๗. วัตถุที่วางอยู่ห่างจากกระจกนูน บ่อยจะให้ภาพ ที่มีขนาด _____ กว่าภาพ
 ที่เกิดจากวัตถุที่วางอยู่ใกล้ๆกระจก

๓๐๘. หากเราเลื่อนวัตถุที่อยู่ใกล้ๆให้เข้ามาใกล้ๆกระจก ขนาดของภาพที่มองเห็น
 เห็นในกระจกจะมีขนาด _____ ขึ้นตามลำดับ

ในขณะเดียวกัน ถ้าเราเลื่อนวัตถุออกไปให้ห่างจากกระจกยิ่งขึ้น
 ขนาดของภาพที่มองเห็นจะมีขนาด _____

๒๐๘. กระดาษสำหรับของคานหลังรถยนต์ เขาจะใช้กระดาษนี้เพราะ

๑. _____

๒. _____

แบบฝึกหัด

จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ข้อความสมบูรณ์

๑. จุดโฟกัส คือ.....
๒. จุดโฟกัสจริง หมายความว่า
จุดโฟกัสเสมือน หมายความว่า
๓. กระจกที่มีจุดโฟกัสจริง คือ.....กระจกที่มีจุดโฟกัสเสมือนคือ.....
๔. จงเขียนภาพทางเดินของแสง



๕. กระจกโค้งบานหนึ่ง มีความยาวโฟกัส ๕ ซม. จะมีรัศมีความโค้งเป็น ซม.
๖. ภาพจริงคือ.....มีลักษณะ.....
ภาพเสมือน คือ.....มีลักษณะ.....
๗. กระจกเว้าสามารถให้ภาพเสมือนได้ก็ต่อเมื่อ.....
๘. จงเขียนภาพทางเดินของแสง



๙. ภาพที่เกิดจากกระจกนูน ย่อมมีขนาด.....
๑๐. ภาพเสมือนกับภาพจริงต่างกัน คือ
 - ๑.....
 - ๒.....
 - ๓.....
๑๑. เส้นปกติของกระจกโค้ง คือ.....
๑๒. รังสีสะท้อนของกระจกนูน จะต่างกับกระจกเว้าคือ.....

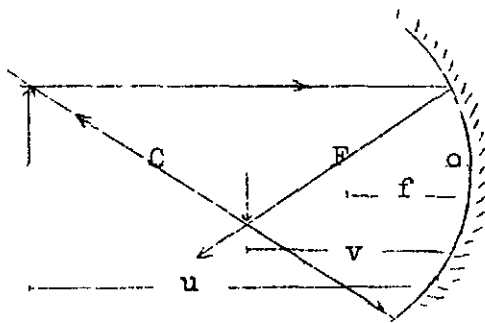
๒๑๐. ในการคำนวณหาระยะภาพที่เกิดขึ้นในกระจกโค้ง เราสามารถคำนวณหาได้จากสูตร

$$\frac{2}{f} = \frac{2}{u} + \frac{2}{v}$$

โดยที่ f = ความยาวโฟกัสของกระจก

u = ระยะวัตถุ วัดจากตัวกระจกถึงวัตถุ

v = ระยะภาพ วัดจากตัวกระจกถึงภาพ



ในการใช้สูตรเพื่อการคำนวณนั้น เราต้องกำหนดถึงเครื่องหมายของ f , u , v ด้วย โดยกำหนดว่า

ระยะที่อยู่หน้ากระจกมีเครื่องหมายเป็นบวก (+)

ระยะที่อยู่หลังกระจกมีเครื่องหมายเป็นลบ (-)

ดังนั้นภาพที่เกิดขึ้นหน้ากระจก ระยะภาพ (v) จะมีเครื่องหมายเป็น _____ เสมอ

๒๑๑. เราจะต้องวางวัตถุไว้ทางด้านหน้าของกระจกเสมอจึงจะเกิดภาพได้ ดังนั้นระยะของวัตถุ (u) ไม่ว่าจะเป็นกระจกนูน หรือกระจกเว้า จะมีเครื่องหมายเป็น _____ เสมอ

๒๑๒. จุดโฟกัสของกระจกเว้า จะอยู่ภายในเดียวกับผิวสะท้อนซึ่ง เป็นด้านหน้า
ของกระจก ดังนั้นระยะความยาวโฟกัส (f) จะมีเครื่องหมายเป็น
_____ เซนติเมตร

๒๑๓. ภาพเสมือน เป็นภาพที่เกิดขึ้นทางด้านหลังของกระจก ดังนั้น ระยะของ
ภาพเสมือน (v) จึงมีเครื่องหมายเป็น _____

๒๑๔. โฟกัส ของกระจกนูนจะมีเครื่องหมายเป็น _____ เพราะอยู่ด้านหลัง
หลังกระจก

๒๑๕. เครื่องหมายของระยะต่างๆ เป็นดังนี้

กระจกนูน กระจกเว้า

f

u

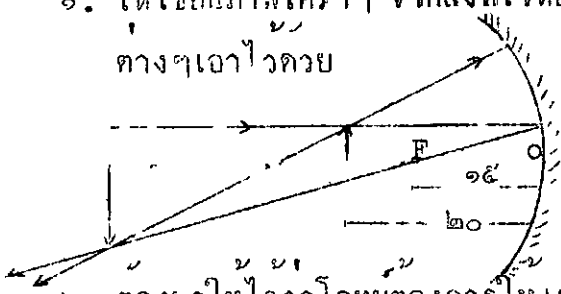
v

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการคำนวณ

วัตถุอยู่ทางจากกระจกเงา ๒๐ ซม. ถ้ากระจกเงามีความยาวโฟกัส ๑๕ ซม. จงหาตำแหน่งของภาพ และชนิดของภาพ

วิธีทำ

๑. ให้เขียนภาพคร่าวๆ จากสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ พร้อมกับกำหนดระยะต่างๆเอาไว้ด้วย



๒. ต้องหาให้ได้ว่า โจทย์ต้องการให้เราทำอะไร และเราควรจะใช้สูตรอะไร ในที่นี้ โจทย์ต้องการให้เราหา ตำแหน่งของภาพ และ ชนิดของภาพ ดังนั้น เราควรใช้สูตร

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๓. เขียนสูตรที่ต้องการคือ

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๔. ต้องหาให้ได้ว่า โจทย์ได้กำหนดอะไรในเราบ้าง ในที่นี้ โจทย์กำหนดระยะวัตถุ (u) ๒๐ ซม. และความยาวโฟกัส (f) ๑๕ ซม.
๕. แทนค่าระยะต่างๆลงในสูตร พร้อมทั้งเครื่องหมาย จะได้

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{20} + \frac{1}{v}$$

๖. ย้ายสิ่งที่เราต้องการทราบมาอยู่ทางซ้ายมือ แล้วบวกลดตัวเลขกัน (แต่ถ้าสิ่งที่เราต้องการทราบอยู่ทางขวามืออยู่แล้ว เราไม่จำเป็นต้องย้าย) ในที่นี้ เราต้องการทราบค่าของ v เราจึงย้าย $\frac{1}{v}$ มาอยู่ทางซ้ายมือดังนี้ (อย่าลืมนำติดไป)

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$$

$$= \frac{1}{\infty} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{15}$$

$$v = 15$$

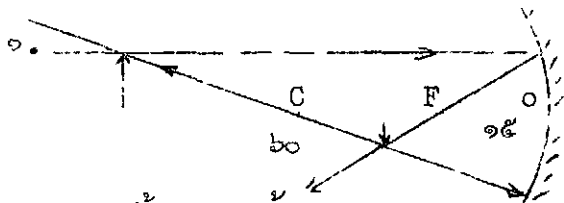
(เอา $\rightarrow$ คนทั้งสองข้าง)

(กลับเศษ เป็นส่วนทั้งสองข้าง)

ค่าของ v ที่ได้ มีเครื่องหมายเป็นบวก ดังนั้นภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพจริง

ตอบ เกิดภาพทางขวากระจาก ๑๕ ซม. เป็นภาพจริง

๒๑๖. กระจากเว้าบานหนึ่ง มีความยาวโฟกัส ๑๕ ซม. มีวัตถุวางอยู่หน้ากระจาก ให้ทาง กระจาก ๑๕ ซม. จงหาว่าเกิดภาพชนิดใด ที่ไหน ?



๒. โจทย์ต้องการให้หา ระยะภาพ และ ชนิดของภาพ

สูตรที่ใช้ $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$

๓. $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$

๔. $u = 15$ ซม. $f = 15$ ซม.

๕. แทนค่าในสูตร $\frac{1}{15} = \frac{1}{15} + \frac{1}{v}$

๖. $\frac{1}{v} = \frac{1}{15} - \frac{1}{15}$

$\frac{1}{v} = \frac{1}{15} - \frac{1}{15}$

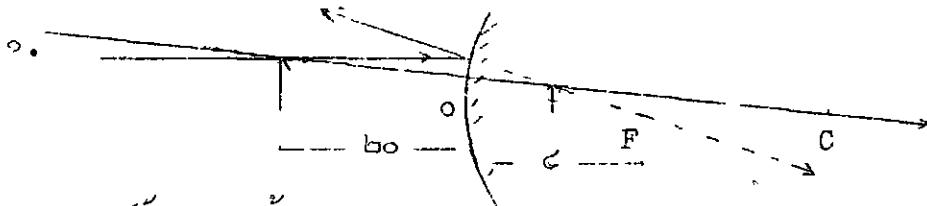
$\frac{1}{v} = \frac{1}{15} - \frac{1}{15}$

$\frac{1}{v} = \frac{1}{15} - \frac{1}{15}$

$\frac{1}{v} = \frac{1}{15} - \frac{1}{15}$

ตอบ

๒๑๗. วางวัตถุหน้ากระจกนูน ห่างจากกระจก ๒๐ ซม. จะเกิดภาพหลังกระจก ห่างจากกระจกเท่าไร ? ถ้าความยาวโฟกัสของกระจกเป็น ๘ ซม.



๒. โจทย์ต้องการให้หา ระยะภาพ

สูตรที่ใช้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๓.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๔. $u = 20$ ซม. $f = -8$ ซม.

๕. แทนค่าในสูตร

$$\frac{1}{-8} = \frac{1}{20} + \frac{1}{v}$$

๖.

$$\frac{1}{-8} - \frac{1}{20} = \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{-8} - \frac{1}{20} = \frac{1}{v}$$

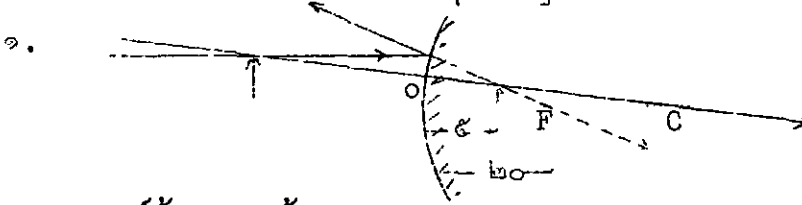
$$\frac{1}{-8} - \frac{1}{20} = \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{-8} - \frac{1}{20} = \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{-8} - \frac{1}{20} = \frac{1}{v}$$

ตอบ

๒๑๘. กระจกนูนมีความยาวโฟกัส ๒๐ ซม. มีภาพเกิดขึ้นด้านหลังกระจก ห่างจากกระจก ๕ ซม. วางตัววัตถุวางอยู่ที่ไหน ?



๒. โจทย์ต้องการให้หา ระยะวัตถุ

๓.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๔.

$$f = -20$$
 ซม. $v = -5$ ซม.

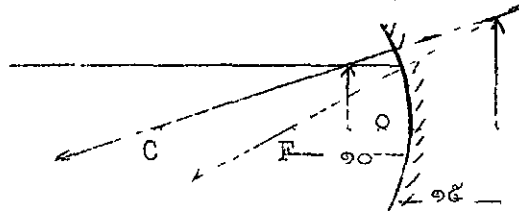
๕. _____

๖. _____

ตอบ _____

๒๑๕. กระจกเว้ามีความยาวโฟกัส ๑๐ ซม. ถ้าได้เกิดภาพดังกระจก อยู่
ห่างจากกระจก ๑๔ ซม. จงหาว่าวัตถุอยู่ห่างจากกระจกเท่าไร ?

๑.



๒.

๓.

๔.

๕.

๖.

ตอบ _____

๒๒๐. วางวัตถุห่างจากกระจกเงา ๕ ซม. กระจกเงามีความยาวโฟกัส ๑๐ ซม. จะเกิดภาพที่ไหน เป็นภาพชนิดใด ?

๑.

๒.

๓.

๔.

๕.

๖.

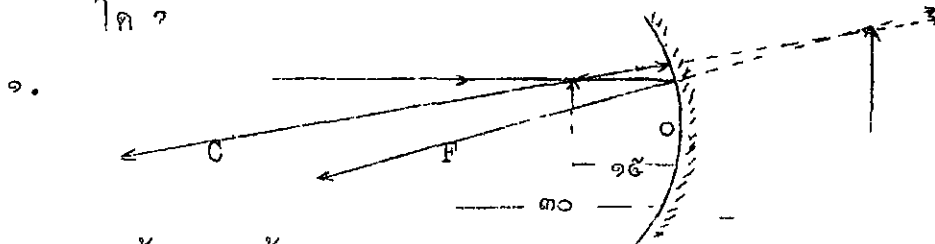
ตอบ _____

๒๒๑. กระจกเงามีความยาวโฟกัส ๘ ซม. วัตถุวางห่างจากกระจก ๑๐ ซม. จะเกิดภาพห่างจากกระจก _____ ซม. ชนิดของภาพ เป็นภาพ _____

๒๒๒. จะต้องวางวัตถุไหนดำจากกระจกเงาเท่าไร ? จึงจะทำให้ กระจกซึ่งมีความยาวโฟกัส ๑๐ ซม. เกิดภาพห่างจากกระจก ๒๐ ซม.

จะต้องวางวัตถุไหนดำจากกระจก _____ ซม.

ตัวอย่างการคำนวณ ๒ กระจกเว้าที่มีความยาวโฟกัส ๓๐ ซม. วางวัตถุไหนดังจากกระจก ๑๕ ซม. จะเกิดภาพที่ใด เป็นภาพชนิดใด ?



๒. โจทย์ต้องการให้หา ระยะภาพ และชนิดของภาพ

สูตรที่ใช้
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๓.
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๔. $f = 30 \text{ ซม.}, u = 15 \text{ ซม.}, v = ?$

๕.
$$\frac{1}{30} = \frac{1}{15} + \frac{1}{v}$$

๖.
$$-\frac{1}{v} = \frac{1}{15} - \frac{1}{30}$$

$$-\frac{1}{v} = \frac{2-1}{30}$$

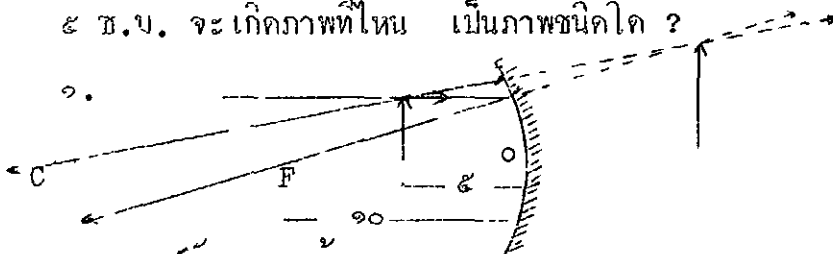
$$\frac{1}{v} = -\frac{1}{30} \quad (\text{เอา } - \text{ กดรูด})$$

$$v = -30 \quad (\text{กลับเศษ เป็นส่วน})$$

(จะเห็นว่า ค่าของ v ที่ได้ จะมีค่าเป็นลบ ดังนั้นภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพเสมือน อยู่ด้านหลังกระจก และจะอยู่ห่างจากกระจก ๓๐ ซม.)

ตอบ ภาพอยู่ห่างจากกระจก ๓๐ ซม. เป็นภาพเสมือน

๒๒๓. กระจกเว้ามีความยาวโฟกัส ๑๐ ซม. วางวัตถุห่างหน้ากระจก ๕ ซม. จะเกิดภาพที่ใด เป็นภาพชนิดใด ?



๒. โจทย์ต้องการให้หา ระยะภาพ และชนิดของภาพ

สูตรที่ใช้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๓.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๔.

$$f = ๑๐ \text{ ซม.} \quad u = ๕ \text{ ซม.}$$

๕.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

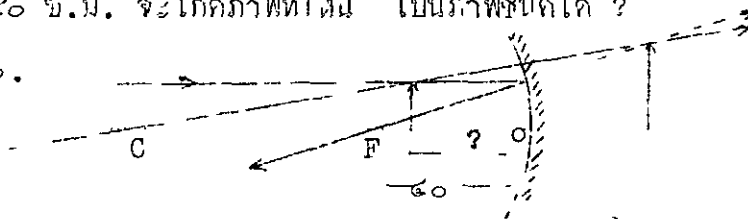
๖.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

กฏ

๒๒๔. วัตถุวางอยู่บนแนวระจกเงา ๑๐ ซม. ถ้ากระจกเงาเว้าโฟกัส ๕๐ ซม. จะเกิดภาพที่ใด เป็นภาพชนิดใด ?

๑.



๒. โจทย์ต้องการให้หา ระยะภาพ และ ชนิดของภาพ

สูตรที่ใช้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๓.

๔.

๕.

๖.

ตอบ _____

๒๒๔. วางวัตถุหน้ากระจกเว้าซึ่งมีความยาวโฟกัส ๓๐ ซม. ให้วัตถุอยู่ห่างจากกระจก ๑๐ ซม. จะเกิดภาพที่ใด เป็นภาพชนิดใด ?

๑.

๒.

๓.

๔.

๕.

๖.

ตอบ _____

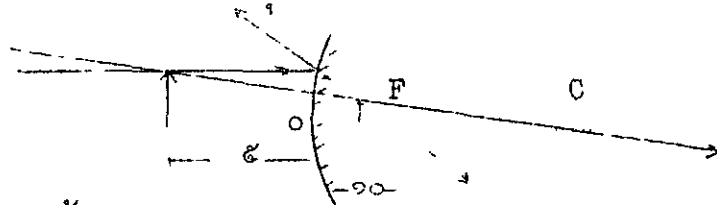
๒๒๖. วางวัตถุหน้ากระจกเว้า ๕ ซม. ถ้ากระจกมีความยาวโฟกัส ๑๕ ซม. จะเกิดภาพห่างจากกระจก _____ ซม. เป็นภาพ _____

๒๒๓. จงหาว่า จะเกิดภาพทางจากกระจกเงาใด ถ้ากระจกมีกวามยาวโฟกัส ๔๐ ซม. เมื่อวางวัตถุให้ทางจากกระจก ๑๐ ซม.
ภาพจะอยู่ทางจากกระจก _____ ซม.

๒๒๔. กระจกเงามีรัศมีความโค้ง ๒๐ ซม. วางวัตถุให้ทางหน้ากระจก ๕ ซม. ภาพจะอยู่ทางจากกระจกเงาใด ?
ภาพจะอยู่ทางจากกระจก _____ ซม.

ตัวอย่างการคำนวณ ๓ กระจกนูนมีความยาวโฟกัส ๑๐ ซม. จะเกิดภาพที่ใด เมื่อวางวัตถุให้ทางจากกระจก ๘ ซม. ?

๑.



๒. โจทย์ต้องการให้หา ระยะภาพ

สูตรที่ใช้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๓.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๔.

$$f = -10 \text{ ซม.} \quad u = 8 \text{ ซม.}$$

๕.

$$-\frac{1}{10} = \frac{1}{8} + \frac{1}{v}$$

$$-\frac{1}{v} = \frac{1}{8} - \frac{1}{10}$$

$$-\frac{1}{v} = \frac{10 - 8}{80}$$

(๔๔)

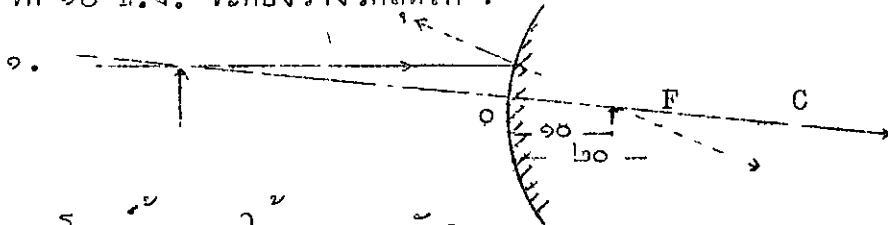
$$\frac{2}{v} = \frac{2}{90} \quad (\text{เอา } -2 \text{ คูณตลอด})$$

$$v = -3.33$$

(ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพเสมือน อยู่ทางซ้ายหลังกระจก อยู่ห่างจากกระจก 3.33 ซม.)

ตอบ ภาพอยู่ทางซ้ายจากกระจก 3.33 ซม.

๒๒๔. กระจกนูนมีความยาวโฟกัส ๒๐ ซม. เกิดภาพหลังกระจก ห่างจากกระจก ๑๐ ซม. จะต้องวางวัตถุที่ใด ?



๒. โจทย์ต้องการให้หา ระยะวัตถุ
สูตรที่ใช้ $\frac{2}{f} = \frac{2}{u} + \frac{2}{v}$

๓. $\frac{2}{f} = \frac{2}{u} + \frac{2}{v}$

๔. $f = -20 \text{ ซม.} \quad v = -10 \text{ ซม.}$

๕. $-\frac{2}{20} = -\frac{2}{u} + \frac{2}{-10}$

_____ = _____

_____ = _____

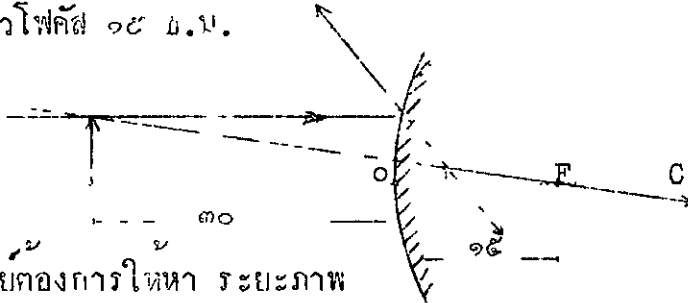
_____ = _____

_____ = _____

ตอบ _____

๒๓๐. วางวัตถุในทางกระจกนูน ๓๐ ซม. จะเกิดภาพที่ใด ถ้ากระจกมีความยาวโฟกัส ๑๕ ซม.

๑.



๒. โจทย์ต้องการให้หา ระยะภาพ

สูตรที่

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

๓.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

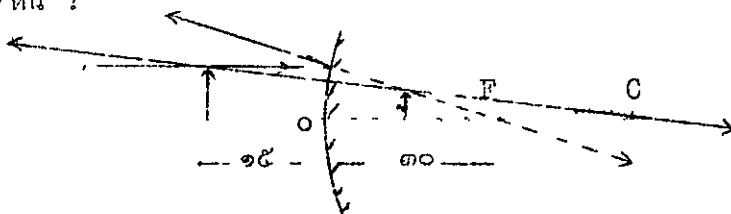
๔.

๕.

ตอบ

๒๓๑. กระจกนูนมีความยาวโฟกัส ๓๐ ซม. วางวัตถุทางกระจก ๑๕ ซม. จะเกิดภาพที่ใด ?

๑.



๒.

๓.

๘.

๙.

ตอบ _____

๒๓๒. กระจกนูนมีความยาวโฟกัส ๒๐ ซม. เมื่อวางวัตถุห่างจากกระจก ๕ ซม. จะเกิดภาพทางจากกระจก _____ ซม.

๒๓๓. จงหาความยาวโฟกัสของกระจกนูน ถ้าวางวัตถุห่างจากกระจก ๔ ซม. แล้ว จะเกิดภาพทางจากกระจก ๑๐ ซม.
ดังนั้นความยาวโฟกัส เท่ากับ _____ ซม.

เก่งมาก... ไปรดหยุดแค่นี้ก่อน นักเรียนลองกลับไปทบทวน
ใหม่อีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงทำแบบฝึกหัดบ้านหลัง.

แบบฝึกหัด

จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ได้ความสมบูรณ์

๑. ในการคำนวณเรื่องกระจก เรากำหนดให้ความยาวโฟกัสของกระจกเว้า เป็น.....ของกระจกนูนเป็น.....
๒. ระยะภาพเสมือนมีเครื่องหมายเป็น.....ภาพจริงจะเป็น.....
๓. ระยะวัตถุของกระจกทั้งสองยอมเป็น.....เสมอ
๔. ถ้ารัศมีความโค้งของกระจกเว้าเป็น ๘ นิ้ว ความยาวโฟกัสจะเป็น...นิ้ว
๕. เขียนไขว้หางกระจกเว้า ๑๕ ซม. จะเกิดภาพต่างจากกระจก ๓๐ ซม. กระจกเว้าจะมีความยาวโฟกัส.....ซม.
๖. วางวัตถุไวนากระจกนูน ทางกระจก ๒๐ ซม. จะเกิดภาพหลังกระจก ทางกระจก ๑๐ ซม. ภาพที่เกิดจะเป็นภาพ.....
๗. กระจกเว้ามีความยาวโฟกัส ๑๐ ซม. วางวัตถุอยู่ทางกระจก ๕ ซม. ภาพที่เกิดจะเป็น.....อยู่ทางกระจก.....ม.
๘. กระจกนูนความยาวโฟกัส ๒๐ ซม. เกิดภาพคานหลังกระจก อยู่ทางกระจก ๑๐ ซม. จะต้องวางวัตถุให้อยู่ทางกระจก.....ม. ภาพที่เกิดจะเป็นภาพ.....
๙. กระจกโค้งบานหนึ่งให้ภาพเสมือนอยู่ทางกระจก ๒๐ ซม. ถ้าวัตถุอยู่ทางกระจก ๑๐ ซม. ความยาวโฟกัสของกระจกจะเป็น.....ม. และเป็นกระจก.....

หลังจากที่เราหาระยะภาพ ระยะวัตถุได้แล้ว เราต้องการที่จะหาขนาดของภาพที่เกิดขึ้น ว่ามีขนาดเป็นเท่าใด เราจะหาได้จากสูตรดังนี้

$$\frac{I}{o} = \frac{v}{u}$$

เมื่อ I เป็นขนาดของภาพ o เป็นขนาดของวัตถุ
 v เป็นระยะภาพ u เป็นระยะวัตถุ

๒๓๔. ในการคำนวณหาขนาดของภาพ เราไม่จำเป็นต้องคิดเครื่องหมาย

ตัวอย่าง เมื่อเอาวัตถุวางห่างกระจกนูน ๒๐ ซม. จะเกิดภาพเสมือน
 อยู่ห่างจากกระจก ๒๐ ซม. ถ้าวัตถุสูง ๒ ซม. จงหาว่า
 ภาพจะสูงเท่าไร ?

จากโจทย์ ระยะภาพ ๓๐ ซม. ระยะวัตถุ ๒๐ ซม.
 ขนาดวัตถุ ๒ ซม.

สูตร $\frac{I}{o} = \frac{v}{u}$

แทนค่าในสูตร $\frac{I}{2} = \frac{30}{20}$
 $I = \frac{30 \times 2}{20}$
 $= 3$

ภาพจะสูง ๓ ซม.

๒๓๕. วัตถุสูง ๒ ซม. วางหน้ากระจกเงา ๓๐ ซม. จะเกิดภาพจริงห่าง
 จากกระจก ๑๐ ซม. จงหาขนาดของภาพ ?

จากโจทย์ ระยะวัตถุ ๓๐ ซม. ระยะภาพ ๑๐ ซม.
 ขนาดวัตถุ ๒ ซม.

สูตร $\frac{I}{o} = \frac{v}{u}$

แทนค่าในสูตร $\frac{I}{2} = \frac{10}{30}$

ภาพจะสูง _____ ซม.

๒๓๖. วัตถุสูง ๑๘ ซม. วางอยู่ห่างจากกระจก ๑๐ ซม. ใต้ภาพอยู่หลังกระจก ห่างจากกระจก ๑๕ ซม. ภาพที่เกิดขึ้นจะสูงเท่าไร ?
จากโจทย์ ระยะภาพ ๑๕ ซม. ระยะวัตถุ ๑๐ ซม.

ขนาดวัตถุ ๑๘ ซม.

สูตร $\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$

แทนค่าในสูตร

— = —

— = —

= —

ภาพจะสูง _____ ซม.

๒๓๗. วัตถุสูง ๘ ซม. วางทางกระจกโค้งบานหนึ่ง ใต้ภาพหลังกระจกสูงเท่าไร ถ้าวัตถุอยู่ห่างจากกระจก ๒๐ ซม. และภาพที่เกิดขึ้นอยู่ห่างจากกระจก ๕ ซม.
จากโจทย์

สูตร

แทนค่าในสูตร

ภาพจะสูง _____ ซม.

๒๓๘. วัตถุสูง ๔ ซม. วางอยู่บนกระจกโค้ง ห่างจากกระจกโค้ง ๑๐ ซม. จะเกิดภาพด้านหน้ากระจก ห่างจากกระจก ๔ ซม. ภาพที่เกิดขึ้น _____ ซม.

๒๓๙. วัตถุสูง ๑๐ ซม. ให้ภาพหน้ากระจก ห่างจากกระจก ๒ ซม. จะต้องวางวัตถุให้ห่างจากกระจกเท่าไร เมื่อภาพที่เกิดขึ้น ๔ ซม.

จากโจทย์ ขนาดของวัตถุ ๑๐ ซม. ขนาดของภาพ ๔ ซม.
ระยะภาพ ๒ ซม.

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \frac{I}{O} &= \frac{v}{u} \\ \text{แทนค่าในสูตร} \quad \frac{4}{10} &= \frac{2}{u} \\ 4 \times u &= 2 \times 10 \\ u &= \frac{2 \times 10}{4} \\ &= \underline{\hspace{2cm}} \end{aligned}$$

วัตถุอยู่ห่างกระจก _____ ซม.

๒๔๐. วัตถุสูง ๔ ซม. ทำให้เกิดภาพด้านหน้ากระจกสูง ๒ ซม. โดยที่ภาพ ห่างจากกระจก ๑ ซม. จะต้องวางวัตถุอยู่ห่างจากกระจกเท่าไร จากโจทย์ ขนาดภาพ ๒ ซม. ขนาดวัตถุ ๔ ซม.

ระยะภาพ ๑ ซม.

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \frac{I}{O} &= \frac{v}{u} \\ \text{แทนค่าในสูตร} \quad - &= \frac{1}{u} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{---} &= \text{---} \\ &= \text{---} \\ &= \text{---} \end{aligned}$$

วัตถุอยู่ห่างกระจก _____ ซม.

๒๔๑. วัตถุสูง ๒ ซม. วางหน้ากระจกนูน เกิดภาพด้านหลังกระจกสูง ๔ ซม.

ถ้าภาพอยู่ห่างกระจก ๑ ซม. จงหาระยะวัตถุ
จากจอ

สูตร
แทนค่าในสูตร

ระยะวัตถุ _____ ซม.

๒๔๒. ถ้าตะปบาว ๔ นิ้ว วางหน้ากระจก เกิดภาพของตะปบทางด้านหลังกระจก
ยาว ๔ นิ้ว ภาพอยู่ห่างจากกระจก ๒๐ นิ้ว เราจะต้องวางตะปบให้
ห่างจากกระจก _____ นิ้ว

๒๔๓. วางวัตถุในทางจากหน้ากระจกโค้ง ๔ ซม. จะเกิดภาพสูง ๔ ซม.

และอยู่ห่างจากกระจก ๑๐ ซม. จงหาขนาดของวัตถุ
จากจอ $u = 4$ ซม. $v = 10$ ซม. $f = 4$ ซม.

สูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$

แทนค่าในสูตร $\frac{1}{4} = \frac{1}{u} + \frac{1}{10}$

$$6 \times 5 = 30 \times 0$$

$$0 = \frac{6 \times 5}{30}$$

$$= \underline{\hspace{2cm}}$$

ขนาดของวัตถุ ซม.

๒๔๔. ถ้าวางวัตถุให้ห่างจากกระจก ๑๐ ซม. จะเกิดภาพสูง ๑๐ ซม. ห่างจากกระจก ๒๐ ซม. จงหาขนาดของวัตถุจากโจทย์

สูตร

แทนค่าในสูตร

ขนาดของวัตถุ ซม.

๒๔๕. ภาพสูง ๔ ซม. อยู่ห่างจากกระจก ๑๐ ซม. ถ้าวัดระยะวัตถุเป็น ๒๐ ซม. ขนาดของวัตถุจะเป็น ซม.

๒๘๖. เมื่อเอาวัตถุวางห่างจากกระจก ๑๐ ซม. จะเกิดภาพอยู่ห่างจาก
กระจก ๒๐ ซม. ถ้าภาพของวัตถุสูง ๒ ซม. วัตถุจะสูงเท่าไร?
วัตถุจะสูง _____ ซม.

ห ุ ย ค อ ำ น



ก่อนที่จะเรียนตัวอย่างต่อไป ขอให้นักเรียนพลิกกลับไป
ไปศึกษาเรื่องการคำนวณหาระยะภาพ และการคำนวณหาขนาดของภาพอีกครั้งหนึ่ง เสียก่อน แล้วลองตอบ
คำถามต่างๆ ข้างล่างนี้

เมื่อต้องการหาระยะภาพ ใช้สูตร _____

เมื่อต้องการหาขนาดภาพ ใช้สูตร _____

เมื่อตอบได้แล้วจงทำตัวอย่างต่อไป

ตัวอย่าง วัตถุสูง ๕ ซม. อยู่ทางกระจกเงา ๑๕ ซม. ถ้ากระจกมีความ
ยาวโฟกัส ๑๐ ซม. จะเกิดภาพที่ไหน มีขนาดเท่าไร ?

คำอธิบาย โจทย์ต้องการทราบว่า ภาพเกิดที่ไหน และมีขนาดเท่าไร
ในการทำ นักเรียนจะต้องหาให้ไดีก่อนว่า ภาพเกิดที่ไหน

แล้วหาระยะภาพที่หามาได้ ไปคำนวณหาขนาดของภาพได้ ดังนั้นวิธีทำ
จึงมีอยู่ ๒ ตอน คือ

๑. หาว่าภาพเกิดที่ไหน (หาระยะภาพ)

๒. ขนาดของภาพเป็นเท่าไร

วิธีทำ ๑. หาระยะของภาพใดจากสูตร

แทนค่าในสูตร

ระยะภาพ

ภาพที่เกิดขึ้นอยู่ห่างจากกระจก

$$\frac{2}{f} = \frac{2}{u} + \frac{2}{v}$$

$$\frac{2}{10} = \frac{2}{15} + \frac{2}{v}$$

$$v = 30 \quad \text{ข.ม.}$$

$$= 30 \quad \text{ข.ม.}$$

๒. หาขนาดภาพใดจากสูตร

แทนค่าในสูตร

$$\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$$

$$\frac{I}{15} = \frac{30}{15}$$

$$I = 30$$

($v = 30$ เป็นค่าที่
เราหาได้ในตอนที่ ๑)

คำตอบ คือ ภาพเกิดห่างจากกระจก _____ ข.ม.

ขนาดภาพ _____ ข.ม.

๒๘๗. กระจกเว้าขนานหนึ่งมีกวามยาวโฟกัส ๑๐ ข.ม. วัตถุสูง ๔ ข.ม. วาง
ห่างจากกระจก ๑๕ ข.ม. จงหาว่าจะเกิดภาพใดบน มีขนาดเท่าไร ?

๑. หาระยะภาพใดจากสูตร

แทนค่าในสูตร

ระยะภาพ

$$\frac{2}{f} = \frac{2}{u} + \frac{2}{v}$$

$$\frac{2}{10} = \frac{2}{15} + \frac{2}{v}$$

$$v = 30 \quad \text{ข.ม.}$$

๒. หาขนาดภาพจากสูตร

แทนค่าในสูตร

$$\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$$

$$\frac{I}{4} = \frac{30}{15}$$

$$I = 8 \quad \text{ข.ม.}$$

คำตอบ ภาพอยู่ห่างจากกระจก _____ ข.ม.

มีขนาดสูง _____ ข.ม.

๒๘๘. กระจกเว้าแบนหนึ่งมีความยาวโฟกัส ๕ ซม. วัตถุสูง ๒ ซม. อยู่ห่างจากกระจก ๑๐ ซม. จงหาว่าภาพจะเกิดที่ใด มีขนาดเท่าไร ?

๑. หาระยะภาพจากสูตร

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

แทนค่าในสูตร

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{10} + \frac{1}{v}$$

หาระยะภาพ

$$v = \text{_____} \text{ ซม.}$$

๒. หาขนาดภาพจากสูตร

แทนค่าในสูตร

$$\frac{h}{v} = \frac{H}{u}$$

คำตอบ ภาพอยู่ห่างจากกระจก _____ ซม.

มีขนาด _____ ซม.

๒๘๙. วัตถุสูง ๒ ซม. วางหน้ากระจกเว้าซึ่งมีความยาวโฟกัส ๒๐ ซม.

โดยให้วัตถุอยู่ห่างจากกระจก ๔๐ ซม. จงหาว่าภาพเกิดที่ใด มีขนาดเท่าไร ?

๑. หาระยะภาพจากสูตร

แทนค่าในสูตร

หาระยะภาพ

..

๒. หาขนาดภาพจากสูตร

แทนค่าในสูตร

คำตอบ ภาพอยู่ห่างจากกระจก _____ ซม.

มีขนาด _____ ซม.

๒๕๐. กระจกเงา^๑นูน ยาวโฟกัส ๒๐ ซม. วางวัตถุ^๒ให้อยู่ห่างจากกระจก
 ๓๐ ซม. ถ้าวัดสูง ๓ ซม. จงหาตำแหน่งของภาพ และขนาด
 ภาพ^๑เกิด^๒ห่างจากกระจก _____ ซม.
 มีขนาด _____ ซม.

๒๕๑. วัตถุ^๑สูง ๑ ซม. วางหน้ากระจกเงา^๒ซึ่งมีความยาวโฟกัส ๑๐ ซม.
 โดยให้วัตถุอยู่ห่างจากกระจก ๒๐ ซม. ภาพ^๑ที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่าไร ?
 ภาพ^๑ที่เกิดจะมีขนาด _____ ซม.

ลองทำข้ออื่น ๆ อีก แล้วจึง
 ทำแบบฝึกหัดกัน

๒๕๒. ตัวอย่าง กระจกนูนหนึ่งมีความยาวโฟกัส ๑๐ ซม. วัตถุสูง ๕ ซม. อยู่ห่างจากกระจก ๑๕ ซม. จงหาค่าแห่งของภาพ

๑. หาระยะภาพได้จากสูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$
 แทนค่าในสูตร $-\frac{1}{10} = \frac{1}{15} + \frac{1}{v}$ (f เป็น - เพราะเป็นกระจกนูน)
 ระยะภาพ $v = -20$ ซม.

๒. หาขนาดภาพจากสูตร $\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$
 (เนื่องจากสูตรนี้ไม่จำเป็นต้องคิดเครื่องหมาย ดังนั้นค่า v ซึ่งเป็นลบ เวลาแทนค่าในสูตร เราจะไม่เอาเครื่องหมายลบมาด้วย จะเอาแต่เฉพาะตัวเลขเท่านั้น) เมื่อแทนค่าในสูตรแล้วได้ดังนี้
 แทนค่าในสูตร $\frac{I}{5} = \frac{-20}{15}$
 $I = -6.67$ ซม.

คำตอบ ภาพอยู่ห่างจากกระจก _____ ซม.
 มีขนาด _____ ซม.

๒๕๓. กระจกนูนมีความยาวโฟกัส ๑๐ ซม. วัตถุอันหนึ่งสูง ๓ ซม. อยู่ห่างจากกระจก ๕ ซม. จงหาค่าแห่งของภาพ และขนาดของภาพ

ภาพอยู่ห่างจากกระจก _____ ซม.
 มีขนาด _____ ซม.

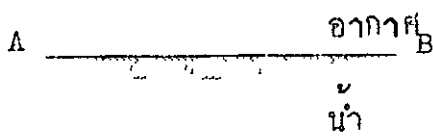
๒๕๔. กระจกเว้าหนึ่งมีความยาวโฟกัส ๒๐ ซม. วัตถุอันหนึ่งสูง ๓ ซม. วางห่างจากกระจก ๕ ซม. ภาพที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่าไร ?
 มีขนาด _____ ซม.

แบบฝึกหัด

จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ข้อความสมบูรณ์

๑. กำหนดให้ $O = ๔$ ซม. $v = ๑๐$ ซม. $u = ๒๐$ ซม. I จะมีค่าเท่ากับ.....ซม.
๒. วัตถุสูง ๕ ซม. วางทางกระจกโค้ง ๒๐ ซม. จะเกิดภาพสูง ๑ ซม. อยู่ทางกระจก.....ซม.
๓. วัตถุสูง ๒ นิ้ว จะให้ภาพสูง ๑ นิ้ว อยู่ห่างจากกระจกโค้ง ๑๐ ซม. จะต้องวางวัตถุให้อยู่ทางกระจก.....นิ้ว
๔. เทียนไขสูง ๑๐ ซม. วางหน้ากระจกเว้า จะได้ภาพเทียนไขสูง ๕ ซม. อยู่ทางกระจก ๓๐ ซม. กระจกบานนั้นมีความยาวโฟกัส.....ซม.
๕. ตะปูตัวหนึ่งยาว ๔ ซม. วางอยู่หน้ากระจกเว้า ห่างจากกระจก ๓๐ ซม. ถ้ากระจกเว้ามีความยาวโฟกัส ๒๐ ซม. ภาพของตะปูจะอยู่ห่างจากกระจก.....ซม. ภาพของตะปูจะยาว.....ซม.
๖. วัตถุสูง ๕ ซม. วางอยู่หน้ากระจกนูน ห่างจากกระจก ๕๐ ซม. ถ้ากระจกมีความยาวโฟกัส ๒๕ ซม. ภาพที่เกิดจะอยู่ห่างจากกระจก.....มีขนาดสูง.....ซม.

๒๕๕.



เช่น อากาศ แสงจะเดินทางเป็นเส้นตรง

แต่เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลาง ๒ ชนิด ที่มีความหนาแน่นต่างกัน ในกราวเดียวกัน ทางเดินของแสงจะ เบนไปจากแนวเดิม ดังภาพ ๒

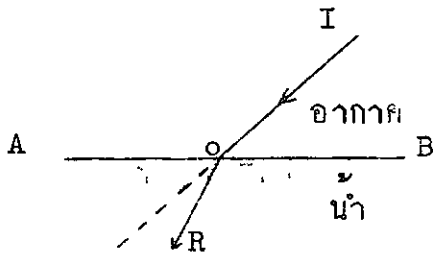
ภาพที่ ๑ เป็นตัวกลาง ๒ ชนิด กือน้ำกับอากาศ A B เป็นรอยคอดระหว่างอากาศกับน้ำ

โดยปกติ เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดใดชนิดหนึ่ง เพียงชนิดเดียว

OI เป็นทางเดินของแสงในอากาศ

OR เป็นทางเดินของแสงในน้ำ

จะเห็นว่า ทางเดินของแสงในน้ำ จะ



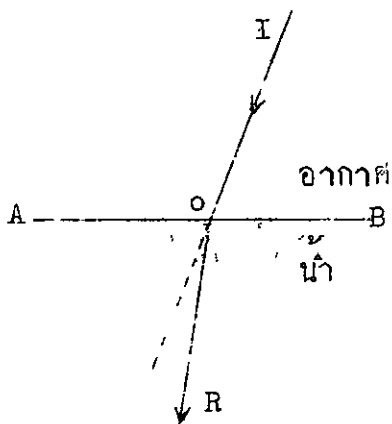
๒๕๖.

ภาพนี้ เป็นภาพทางเดินของแสงซึ่งเดินทางจากอากาศไปสู่แก้ว

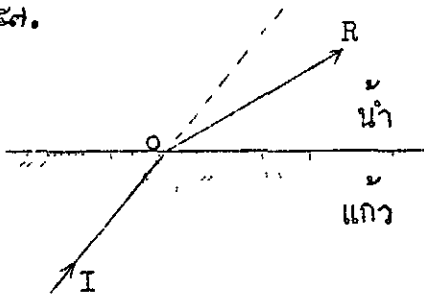
OI เป็นทางเดินของแสงในอากาศ

OR เป็นทางเดินของแสงในแก้ว

ซึ่งทางเดินของมันจะ _____



๒๕๙.



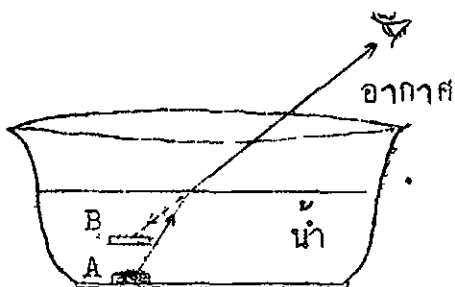
จากภาพนี้แสดงให้เห็นว่า ทางเดินของแสงในน้ำ จะ _____

๒๕๘. ปรากฏการณ์ที่ทางเดินของแสงเบนไปจากแนวเดิมนี้ เรียกว่า การหักเหของแสง

การหักเหของแสง คือ _____

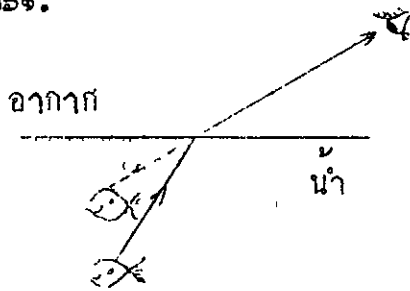
๒๕๘. การหักเหของแสง ทำให้เรามองเห็นตำแหน่งของวัตถุผิดไปจากความเป็นจริง การที่เรามองเห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำสูงกว่าปกติ ก็เนื่องมาจาก _____

๒๖๐.



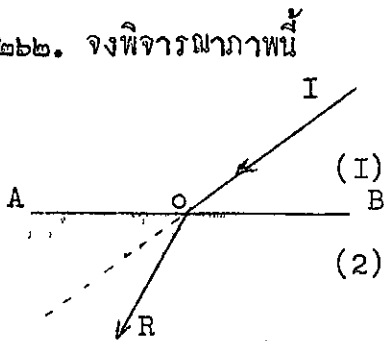
เมื่อเรามองเหรียญบาทที่จมอยู่ในอ่างน้ำ เราจะเห็นว่า เหรียญบาทมาอยู่ที่ตำแหน่ง B ทั้งที่ความเป็นจริงแล้ว เหรียญอยู่ที่ A ทั้งนี้ เนื่องมาจาก _____

๒๖๑.



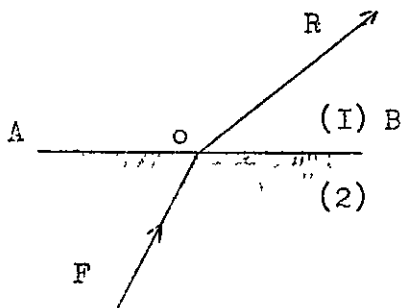
จากการหักเหของแสง ทำให้เรามอง
เห็นปลาที่อยู่ในน้ำ อยู่ _____ กว่าปกติ

๒๖๒. จงพิจารณาภาพนี้



OI เป็นแนวทางการเดินทางของแสงใน(๑)
ซึ่งเราเรียกว่า รังสีตกกระทบ

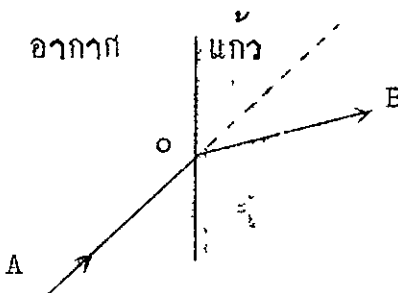
OR เป็นแนวทางการเดินทางของแสงใน(๒)
เราจะเรียกว่า รังสีหักเห



รังสีตกกระทบ คือ _____

รังสีหักเห คือ _____

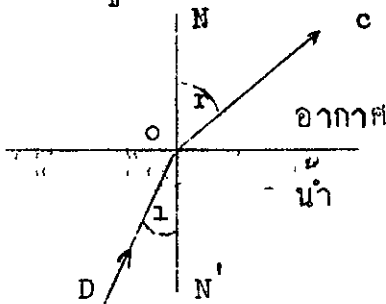
๒๖๓.



รังสีตกกระทบ คือ _____

รังสีหักเห คือ _____

๒๒๔. การเขียนทางเดินของแสงที่มีการหักเห ในเมื่อให้แสงเดินทางจากน้ำ ไปสู่อากาศจะเป็นดังนี้

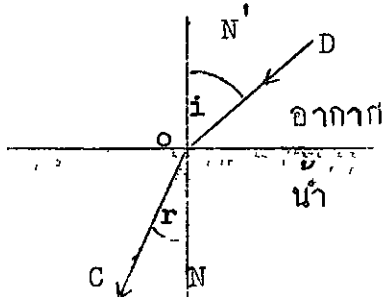


NN' คือเส้นปกติซึ่งตั้งฉากกับรอยต่อของ
ตัวกลาง

DO คือรังสีตกกระทบในน้ำ

ดังนั้น DON ก็คือมุม _____

๒๒๕. ภาพนี้เป็นกราฟหักเหของแสง เมื่อแสงเดินทางจากอากาศไปสู่น้ำ



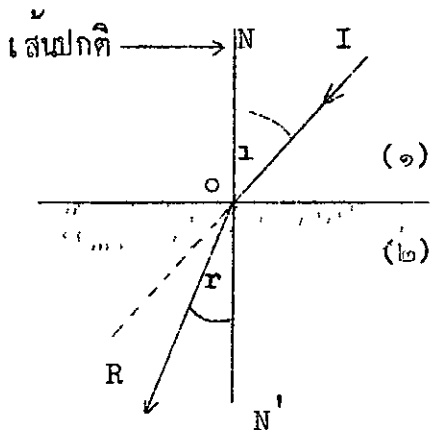
CO คือ _____

OD คือ _____

$\angle CON$ คือ _____

$\angle DON'$ คือ _____

๒๒๖. แสงจะหักเหมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของตัวกลางทั้งสอง ถ้า

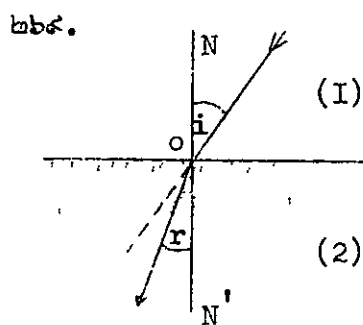


ตัวกลางที่ ๒ มีความหนาแน่นมากกว่าตัว
กลางที่ ๑ เมื่อให้แสงเดินทางจากตัว
กลางที่ ๑ เข้าสู่ตัวกลางที่ ๒ รังสีหักเหใน
ตัวกลางที่ ๒ จะเบนเข้าหาเส้นปกติ

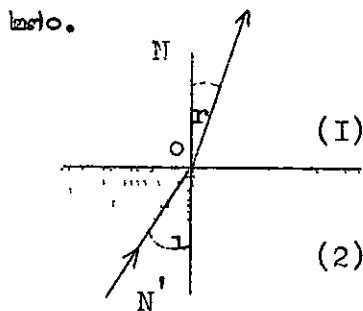
น้ำมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ
เมื่อแสงเดินทางจากอากาศเข้าสู่น้ำ รังสี
หักเหในน้ำจะ _____

๒๒๗. น้ำมีความหนาแน่นน้อยกว่าแท่งแก้ว เมื่อแสงเดินทางจากน้ำไปยังแท่ง
แก้ว รังสีหักเหในแก้ว จะ _____

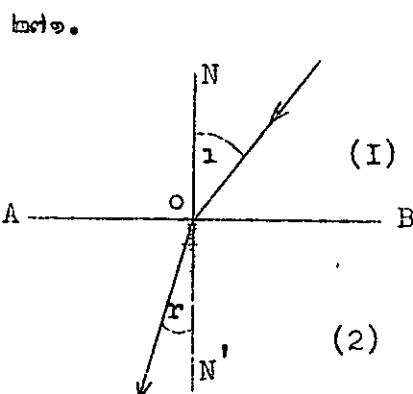
๒๖๘. เมื่อแสงเดินทางเข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า รังสีหักเห
จะ _____



จากภาพ แสงเดินทางจากตัวกลางที่ ๑
เข้าสู่ตัวกลางที่ ๒ รังสีหักเหใน
ตัวกลางที่ ๒ จะ _____



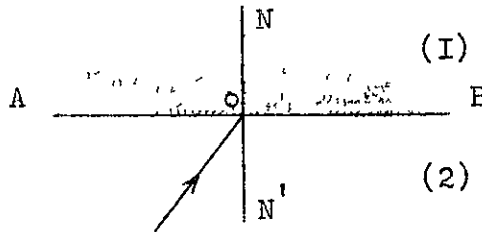
แสงเดินทางจาก (๒) ไปยัง (๑) รังสี
หักเหใน (๑) จะ _____



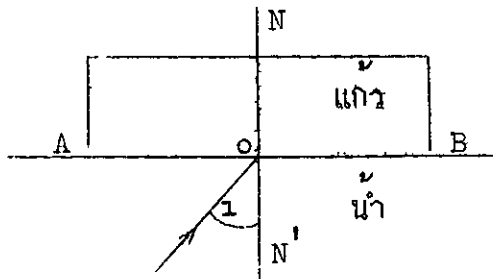
เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่ ๑ เข้าสู่
ตัวกลางที่ ๒

ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากคือ ตัว
กลางที่ _____ ตัวกลางที่มีความหนาแน่น
น้อย คือตัวกลางที่ _____

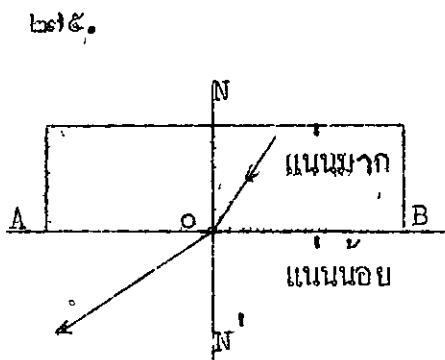
๒๗๒. จงเขียนรังสีหักเหของแสง เมื่อตัวกลางที่ ๒ มีความหนาแน่นน้อยกว่าตัวกลางที่ ๑ โดยให้แสงเดินทางจากตัวกลางที่ ๒ ไปยังตัวกลางที่ ๑



๒๗๓. จงเขียนภาพการหักเหของแสง เมื่อแสงเดินทางจากน้ำไปสู่แก้ว

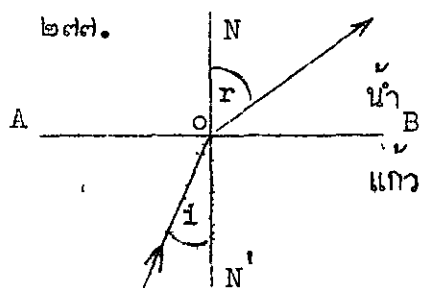


๒๗๔. จงเขียนภาพการหักเหของแสง เมื่อแสงเดินทางจากอากาศเข้าสู่แก้ว



เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก ไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นปกติ ในตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย เมื่อแสงเดินทางจากน้ำไปสู่อากาศ รังสีหักเหในอากาศจะ _____

๒๗๖. แสงเดินทางจากแก้วเข้าสู่อากาศ รังสีหักเหในอากาศจะ _____



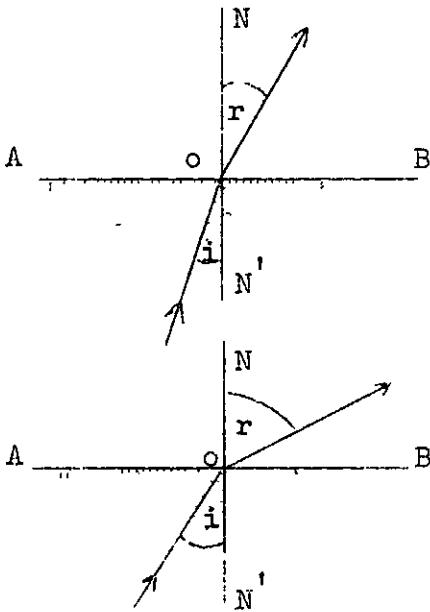
จากภาพ รังสีหักเหในน้ำจะเป็น _____
 แสดงว่าความ
 หนาแน่นของน้ำ _____ กว่าความหนา
 แน่นของแก้ว

๒๗๘. จงเขียนภาพของการหักเหของแสงในตัวกลางที่ ๒ เมื่อแสงเดินทาง
 จากตัวกลางที่ ๑ เข้าสู่ตัวกลางที่ ๒
 โดยที่ ตัวกลางที่ ๒ มีความหนาแน่น
 น้อยกว่าตัวกลางที่ ๑

๒๗๙. สรุปได้ว่า การหักเหมี ๒ ชนิด คือ

๑. การหักเห _____ เมื่อแสงเดินทางเข้าสู่ตัว
 กลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า
๒. การหักเห _____ เมื่อแสงเดินทางเข้าสู่ตัว
 กลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า

๒๘๐. จงพิจารณาการหักเหของแสง เมื่อแสงเดินทางจากน้ำสู่อากาศ



r คือมุมหักเห

i คือมุมตกกระทบ

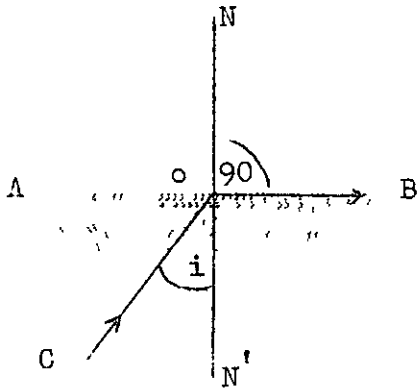
เมื่อให้มุมตกกระทบโตขึ้น มุมหักเห
ก็จะ _____ ควบ

๒๘๑. เมื่อเราให้มุมตกกระทบในน้ำโตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มุมหักเหในอากาศจะ

๒๘๒. เมื่อมุมตกกระทบในแก้วโตขึ้น มุมหักเหในน้ำก็จะ _____

๒๘๓. แก้วเป็นตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ดังนั้นเมื่อมุมตกกระทบในแก้ว ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าโคไซน์ ก็จะทำให้มุมหักเหในน้ำ _____
ควบ

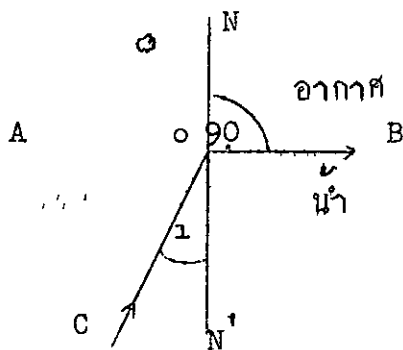
๒๘๔. เมื่อเราให้มุมตกกระทบในตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากโคไซน์เรื่อยๆ มุมหักเหก็จะโคไซน์เรื่อยๆ จะมีมุมตกกระทบมุมหนึ่ง ที่ทำให้มุมหักเหในตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยโค ๙๐° พอดี



มุมตกกระทบในตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากที่พอดีทำให้มุมหักเหในตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยโค ๙๐° เรียกว่า มุมวิกฤติ

จากภาพ มุม $\angle CON'$ คือ _____

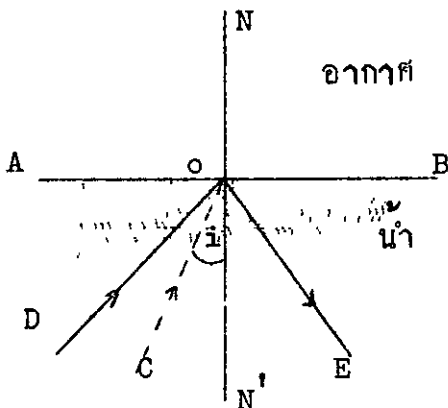
๒๘๕.



มุม $\angle CON'$ คือมุมตกกระทบในน้ำซึ่งทำให้มุมหักเห $\angle NOB$ โค ๙๐° พอดี เราเรียกมุม $\angle CON'$ ว่า _____

!เกิดชนเมือ

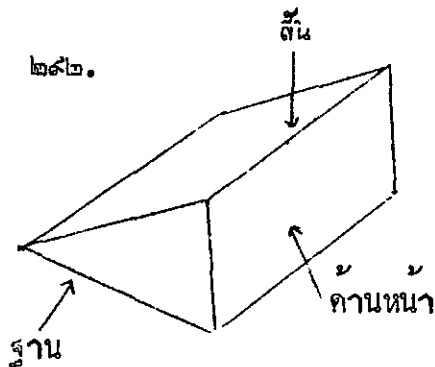
ก็จะเกิด _____



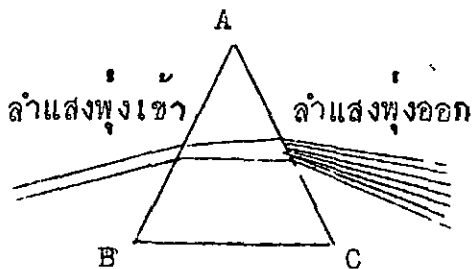
๒๘. การที่เรามองเห็นเพชร, ทับทิม, ส่งประกายสวยงามนั้น เป็นผล
จากการ _____ ของเพชรและทับทิม

๒๙๐. ในเวลากลางวันที่มีอากาศร้อน เราจะมองเห็นผิวถนนที่อยู่ไกลออกไป
เป็นมัน เหมือนกับว่ามีน้ำขังอยู่ ซึ่งความจริงแล้วไม่มี
การที่เรามองเห็นเช่นนั้น เป็นผลมาจาก _____

๒๙๑. ภาพของถนนที่มองเห็นเป็นมันเหมือนกับมีน้ำขัง หรือภาพของต้นไม้ที่
มองเห็นลอยอยู่ในอากาศในแถบทะเลทราย เราเรียกว่า มีراج
มีراج เกิดจาก _____ ของแสงเช่นเดียวกัน



ปริซึม เป็นแท่งแก้วตัน ใส มีลักษณะ
เป็นรูปเหลี่ยมคงภาพ
เมื่อเราให้แสงผ่านปริซึม ปริซึม
จะกระจายแสงออก เป็น ๗ สี คือ
ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง
ส้ม และแดง



จากภาพเป็นการ _____
ของปริซึม

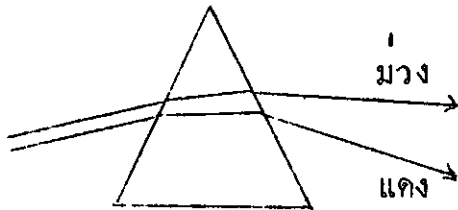
๒๙๓. แสงที่ปริซึมกระจายออกมามี _____ สี
ใดแก่ _____

๒๙๔. แสงต่างๆ ทั้ง _____ สีนี้ เราเรียกว่าสเปกตรัมของแสง
สเปกตรัมของแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย _____ สี

๒๙๕. แสงสีขาวของดวงอาทิตย์ ประกอบด้วยแสงต่างๆ _____ สี คือ _____

๒๙๖. จากภาพข้อ ๒๙๒. AB และ AC เป็นผิวสองผิวของปริซึม
เมื่อแสงกระทบปริซึมจะเกิดการหักเหขึ้น _____ ครั้ง ที่ผิว _____ และ _____

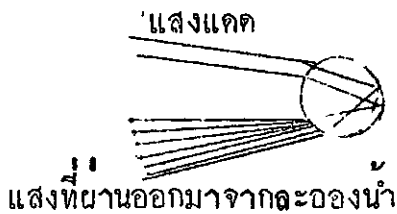
๒๘๓.



จากภาพ แสงที่หักเหมาที่สุดคือแสงสี

แสงที่หักเหมาน้อยที่สุด คือแสงสี _____

๒๘๔.



ละอองน้ำในอากาศ ทำตัวเหมือนปริซึม
อันเล็กๆ เมื่อแสงแดดไปกระทบกับละ
อองน้ำเหล่านั้น ก็จะมีการกระจาย
แสงขึ้น

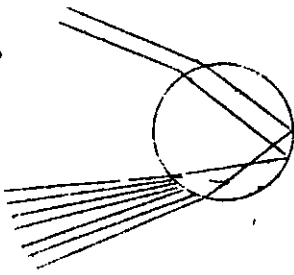
จากภาพ เป็นการแสดง _____

_____ ของละอองน้ำ

๒๘๕. รุ้งกินน้ำ คือแสงสีต่างๆที่เรามองเห็นในอากาศภายหลังจากที่ฝนตก
รุ้งกินน้ำเกิดจาก _____ ของละอองน้ำในอากาศ

๓๐๐. รุ้งกินน้ำ ประกอบด้วยสี _____ สี _____

๓๐๑.



จากภาพ เมื่อแสงกระทบละอองน้ำ ก็จะมี
การหักเห _____ ครั้ง
สะท้อนกลับหมด _____ ครั้ง

๓๐๒. จากภาพข้อ ๓๐๑. เราจะมองเห็นรุ้งกินน้ำได้ก็ต่อเมื่อ เรายืนหันหลังให้
กับดวงอาทิตย์เท่านั้น
ดังนั้นในตอนเช้า เราจะมองเห็นรุ้งกินน้ำเกิดขึ้นทางทิศ _____

๓๐๓. ในตอนบ่ายเราจะมองเห็นรุ้งกินน้ำ เกิดขึ้นทาง _____

๓๐๔. การกระจายแสงของปริซึมก็ดี การเกิดรุ้งกินน้ำก็ดี เป็นข้อยืนยันว่า แสง
ของดวงอาทิตย์ที่เราเห็นเป็นสีชาวนั้น ที่แท้จริงแล้วประกอบด้วย _____

ไป ร ท ห ำ แ บ บ ฝึ ก หั ด ก ่อน ที่ จ ะ ร ี ย น
บ ท ค ่อ ไป

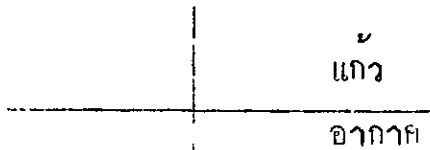
แบบฝึกหัด

จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ข้อความสมบูรณ์

๑. การหักเหของแสงจะเกิดขึ้นเมื่อ.....

๒. ผลจากการหักเหของแสงจะทำให้การมองเห็นวัตถุ.....

๓. จงเขียนภาพทางเดินของแสงในแก้ว เมื่อแสงเดินทางจากอากาศเข้าสู่
แก้ว



๔. รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติเมื่อ.....

๕. ความหนาแน่นของตัวกลาง เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสง คือ.....

๖. มุมวิกฤตจะเกิดขึ้นเมื่อ.....

๗. เมื่อมุมตกกระทบในตัวกลางใด ความมุมวิกฤตของตัวกลางนั้นจะเกิด....

.....ซึ่งเป็นไปตามกฎ.....

๘. การที่เพชร พลอย ทับทิม ส่องแสงเป็นประกายสวยงามเป็นผลจาก...

๙. ถ้าเอาปริซึมขวางทางเดินของแสงไว้จะเกิด.....

๑๐. จากการกระจายของแสงทำให้เราทราบว่า แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย

สี.....สี คือ.....

๑๑. รุ้งกินน้ำเป็นผลมาจากการ.....ของ.....

.....ในอากาศ

๑๒. เราจะเห็นรุ้งกินน้ำได้ก็ต่อเมื่อ.....

๓๐๕. โดยปกติ เราจะไม่พูดว่าความสว่างของแสงไฟฟ้ามืดมากกว่าความสว่างของแสงเทียนไข

แต่เราจะพูดว่า กำลังส่องสว่าง ของหลอดไฟฟ้า มีมากกว่ากำลังส่องสว่างของเทียนไข

ดังนั้นความสว่างที่เปล่งออกมาจากเทียนไข ก็คือ _____
_____ ของเทียนไข

๓๐๖. ความสว่างที่เปล่งออกมาจากหลอดตะเกียง ก็คือ _____ ของตะเกียง

๓๐๗. ความสว่างที่เปล่ง ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงก็คือ _____

๓๐๘. สำหรับความสว่างที่เปล่ง ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงนั้น เราสามารถวัดปริมาณได้ หน่วยที่ใช้วัด เราเรียกว่า กำลังเทียน
กำลังส่องสว่างมีหน่วยเป็น _____

๓๐๘. หลอดไฟฟ้าที่เราใช้ในบ้าน ส่วนมากมีกำลังส่องสว่าง ๖๐ ถึง ๑๐๐

๓๑๐. กำลังส่องสว่าง ๑ กำลังเทียน คือความสว่างของเทียนมาตรฐาน ซึ่งทำด้วยไขปลาวาฬ หนักเล่มละ $\frac{๑}{๖}$ ปอนด์ เมื่อจุดไฟแล้ว ไขจะไหมหมดไป ช.ม.ละ ๑๒๐ เกรน หรือ ๗.๗๔ กรัม
หลอดไฟ ๖๐ กำลังเทียน หมายความว่า มีกำลังส่องสว่างเป็น ๖๐ เทาของ _____

๓๑๑. หลอดไฟ ๑๐๐ กำลังเทียน หมายความว่า มีความสว่างเป็น _____

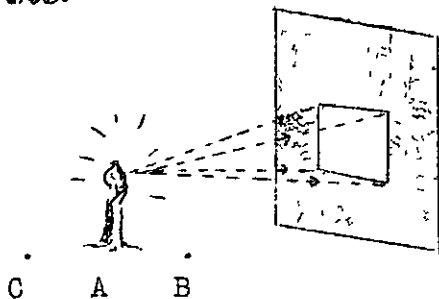
๓๑๒. ปริมาณของแสงที่ตกบนพื้นที่ ๑ ตารางหน่วย เรียกว่า ความเข้มแสง
การส่องสว่าง
ความสว่างบนหนานั่งสื่อ จะเกี่ยวข้องกับ _____

๓๑๓. ความสว่างของวัตถุต่างๆจะเกี่ยวข้องกับ _____
เช่นเดียวกัน

๓๑๔. ถ้าพื้นผิวของวัตถุใดมีความสว่างมาก ก็หมายความว่าวัตถุนั้นมี _____

๓๑๕. ถ้าพื้นผิวของวัตถุใดมีความสว่างน้อย ก็หมายความว่าวัตถุนั้นมี _____

๓๑๖.



ถ้าเอาดวงเทียนวางไว้ที่ A มันจะให้
ความเข้มแห่งการส่องสว่างบนผาผนัง
ขนาดหนึ่ง แต่ถ้าวเราเลื่อนดวงเทียนมา
อยู่ที่ B (ดวงเทียนจะอยู่ใกล้ผาผนัง
มากขึ้น) ความเข้มแห่งการส่องสว่าง
บนผาผนังจะ _____

๓๑๗. ถ้าเลื่อนดวงเทียนมาอยู่ที่ C (ดวงเทียนอยู่ห่างฝาผนังออกไป)
ความเข้มแสงการส่องสว่างจะ _____

๓๑๘. เราจะเห็นว่า
เมื่อดวงเทียนอยู่ใกล้ฝาผนังมากๆ ความเข้มแสงการส่องสว่าง
บนฝาผนังจะ _____
เมื่อดวงเทียนอยู่ห่างจากฝาผนังมากๆ ความเข้มแสงการส่อง
สว่างจะ _____

๓๑๙. เมื่อระยะทางระหว่างดวงเทียนกับ พื้นที่รับแสง เปลี่ยนไป ความเข้ม
แสงการส่องสว่างบนพื้นรับแสงจะ _____ คว

๓๒๐. ความเข้มแสงการส่องสว่าง ของดวงไฟบนวัตถุ อาจจะมีค่ามากหรือน้อย
ก็ได้หาก _____ กับ _____ เปลี่ยนไป

๓๒๑. หน่วยที่ใช้วัดความเข้มแสงการส่องสว่างคือ กาลังเทียน-ฟุต
 ความเข้มที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากดวงไฟที่มีกำลังส่องสว่าง ๑ กาลังเทียน
 เป็นระยะทาง ๑ ฟุต คือความเข้ม _____

๓๒๒. ความเข้มที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากดวงไฟที่มีกำลังส่องสว่าง ๓ กาลังเทียน
 เป็นระยะทาง ๑ ฟุต คือความเข้ม _____ กาลังเทียน-ฟุต

๓๒๓. ความเข้มที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากดวงไฟซึ่งมีกำลังส่องสว่าง ๒ กาลังเทียน
 เป็นระยะทาง ๑ ฟุต คือความเข้ม _____

๓๒๔. ความเข้ม ๑ กาลังเทียน-ฟุต คือ _____

การคำนวณหาความเข้มแสงของการส่องสว่างบนพื้นที่รับแสงใดๆ เราจะหาได้จากสูตร

$$\text{ความเข้มแสงของการส่องสว่าง} = \frac{\text{กำลังส่องสว่างของดวงไฟ}}{(\text{ระยะทางจากดวงไฟถึงพื้นที่รับแสง})^2}$$

ซึ่งเขียนเป็นสูตรสั้นๆ ได้ดังนี้ $I = \frac{P}{d^2}$

เมื่อ I = ความเข้มแสงของการส่องสว่างบนพื้นที่รับแสง

P = กำลังส่องสว่างของดวงไฟ

d = ระยะทางจากดวงไฟถึงพื้นที่รับแสง(ฉาก)

๒๒๕. ตัวอย่าง ดวงเทียนมีกำลังส่องสว่าง ๒๐ กำลังเทียน อยู่ห่างจากกำแพง ๒ ฟุต จงหาความเข้มแสงของการส่องสว่างบนกำแพง

สูตร $I = \frac{P}{d^2}$

แทนค่า $I = \frac{20}{(2)^2}$
 $= \frac{20}{4}$

$I = \frac{\text{กำลังเทียน-ฟุต}}{\text{ความเข้มแสงของการส่องสว่างบนกำแพง} \quad \text{กำลังเทียน-ฟุต}}$

๒๒๖. หลอดไฟฟ้ามี่กำลังส่องสว่าง ๖๐ กำลังเทียน อยู่สูงจากพื้น ๒ ฟุต จงหาความเข้มแสงของการส่องสว่างบนผนังห้อง ?

สูตร $I = \frac{P}{d^2}$

แทนค่า $I = \frac{60}{(2)^2}$
 $= \frac{60}{4}$

$I = \frac{\text{กำลังเทียน-ฟุต}}{\text{ความเข้มแสงของการส่องสว่างบนพื้น} \quad \text{กำลังเทียน-ฟุต}}$

๓๒๗. หลอดไฟอยู่ห่างจากฝาผนัง ๑๐ ฟุต จงหาความเข้มแสงการส่องสว่างบนฝาผนัง ถ้าหลอดไฟฟ้าดวงนั้นมีกำลังส่องสว่าง ๑๐๐ กำลังเทียน

สูตร

แทนค่า

กำลังเทียน-ฟุต

ความเข้มแสงการส่องสว่างบนฝาผนัง _____ กำลังเทียน-ฟุต

๓๒๘. ดวงเทียนอยู่ห่างจากพื้นโต๊ะ ๑ ฟุต จงหาความเข้มแสงการส่องสว่างบนพื้นโต๊ะ ถ้าเทียนดวงนั้นมีกำลังส่องสว่าง ๕ กำลังเทียน ?

ความเข้มแสงการส่องสว่างบนพื้นโต๊ะ _____ กำลังเทียน-ฟุต

๓๒๙. ดวงไฟดวงหนึ่งมีกำลังส่องสว่าง ๑๐๐ กำลังเทียน จงหาความเข้มแสงการส่องสว่างบนฝาผนัง เมื่อ

ก. วางดวงเทียนห่างจากฝา ๑๐ ฟุต

ข. วางดวงเทียนห่างจากฝา ๕ ฟุต

เมื่อย่างดวงเทียนให้ห่างจากฝา ๑๐ ฟุต จะให้ความเข้ม _____

เมื่อย่างดวงเทียนให้ห่างจากฝา ๕ ฟุต จะให้ความเข้ม _____

๓๓๐. จากข้อ ๓๒๙. จะเห็นว่า ความเข้มแสงการส่องสว่างบนฝา จะมีความมากเมื่อดวงไฟอยู่ห่างจากฝา _____

ความเข้มแสงการส่องสว่างจะมีค่าน้อย เมื่อดวงไฟอยู่ห่างจากฝา _____

๓๓๑. ถ้าเราต้องการให้มีความเข้มแสงการส่องสว่างบนหน้าหนังสือมาก เรา
ก็เลื่อนหลอดไฟให้มาอยู่ _____ หน้าหนังสือให้มากขึ้น
แต่ถ้าเราต้องการความเข้มน้อยๆ เราก็เลื่อนดวงไฟให้อยู่ _____
หน้าหนังสือให้มากขึ้น

๓๓๒. จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ เราจะเห็นได้ว่า
ความเข้มแสงการส่องสว่างบนพื้นผิวใดๆ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ
๑. กำลังส่องสว่างของดวงไฟ
๒. _____

กฎกำลังส่องสว่าง กล่าวว่า
" ความเข้มแสงการส่องสว่างบนพื้นที่ใดๆ จะเป็นสัดส่วนผกผันกับ
กำลังส่องสว่างของระยะทางตั้งฉากจากจุดนั้นไปยังแหล่งกำเนิดแสง
ซึ่งเราเขียนเป็นสูตรดังนี้
ความเข้มแสงการส่องสว่าง = $\frac{\text{กำลังส่องสว่างของดวงไฟ}}{(\text{ระยะทาง})^2}$

ดังนั้นสูตร $I = \frac{P}{d^2}$ ก็คือสูตรที่เกี่ยวข้องกับ _____

(จงพิจารณาตัวอย่างในกรอบหน้าต่อไป)

ตัวอย่าง แลวนดวงไฟ ๑๔๐ กำลัง เทียน ไวกดางห้อง ทำให้พื้นห้องที่อยู่
ตรงกันข้ามกับดวงไฟมีความเข้ม ๕ กำลัง เทียน-ฟุต จงหาว่า
ดวงไฟอยู่สูงจากพื้นห้องเท่าไร?

สูตร $I = \frac{P}{d^2}$

แทนค่า $๕ = \frac{๑๔๐}{d^2}$

$$d^2 = \frac{๑๔๐}{๕}$$

$$d = ๓๖$$

$$d = \sqrt{๓๖}$$

ดวงไฟอยู่สูงจากพื้นห้อง _____ ฟุต

๓๓๓. จะตองวางดวงไฟหนึ่งมีกำลังส่องสว่าง ๕๐ กำลัง เทียนไวทางจากฝา
ห้องเท่าไร จึงจะทำให้เกิดควาเข้มบนผนัง ๒ กำลัง เทียน-ฟุต

สูตร $I = \frac{P}{d^2}$

แทนค่า $๒ = \frac{๕๐}{d^2}$

$$d^2 = \frac{๕๐}{๒}$$

$$=$$

$$=$$

ตองวางดวงเทียนไวทางจากฝาห้อง _____ ฟุต

๓๓๔. จะทองวางทองไฟซึ่งมีกำลังสองสว่าง ๒๕ กำลัง เทียน ห่างจากหน้าหนังสือเท่าไร จึงจะทำให้ความเข้มบนหน้าหนังสือเป็น

๑ กำลัง เทียน-ฟุต ๑

สักร

แทนกา

ทองวางทอง เทียนให้ห่างหน้าหนังสือ _____ ฟุต

๑

๓๓๕. หลอดไฟ ๑๐๐ กำลัง เทียน ทำให้เกิดความเข้มบนพื้นทอง

๔ กำลัง เทียน-ฟุต จะทองวางหลอดไฟให้ห่างจากพื้นทอง _____ ฟุต

๓๓๖. หลอดไฟขนาด ๓๐ กำลัง เทียน แขนงอยู่เหนือหนังสือ ๑ ฟุต และอีกดวง มีกำลังสองสว่าง ๕๐ กำลัง เทียน แขนงอยู่เหนือหนังสือ ๒ ฟุต จงหาว่า หลอดไฟทั้งสอง ให้ความเข้มบนหน้าหนังสือเท่าไร ?

หลอด ๓๐ กำลัง เทียนจะให้ความเข้ม _____ กำลัง เทียน-ฟุต

หลอด ๕๐ กำลัง เทียนจะให้ความเข้ม _____ กำลัง เทียน-ฟุต

๓๓๗. จากข้อ ๓๓๖. หลอดไฟทั้งสอง จะให้ความเข้มบนหน้าหนังสือต่างกัน อยู่ _____ กำลัง เทียน-ฟุต

๓๓๔. หลอดไฟ ๒๐ กำลัง เทียน วางหน้าผาผนัง ๒ ฟุต กับดวงเทียนขนาด ๘ กำลัง เทียน วางหน้าผาผนัง ๒ ฟุต อธิบายทราบว่าหลอดไฟและดวงเทียนให้ความเข้มข้นผาผนังต่างกันเท่าไร ?

ต่างกัน _____ กำลัง เทียน-ฟุต

เ ก ง ม า ก นักเรียนทำได้รวดเร็วก็จริง

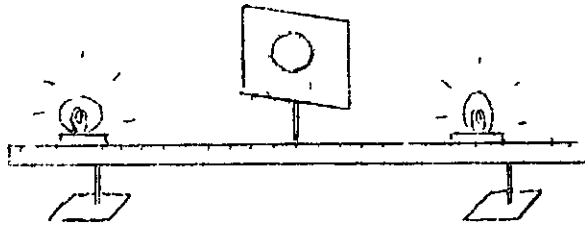
โปรดทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนนี้อีกครั้ง

แบบฝึกหัด

จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ข้อความสมบูรณ์

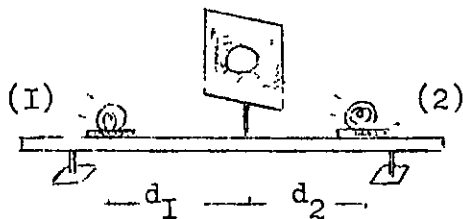
๑. กำลังส่องสว่างของดวงไฟหมายถึง.....มีหน่วยวัดเป็น.....
๒. หลอดไฟมีกำลังส่องสว่าง ๑๐ กำลังเทียน หมายความว่า.....
๓. ความเข้มแสงการส่องสว่างหมายถึง.....มีหน่วยเป็น.....
๔. ถ้าหลอดไฟ ๔๐ กำลังเทียน อยู่ห่างจากผนัง ๑ ฟุต ความเข้มแสงการส่องสว่างบนผนังจะเป็น.....
๕. ความเข้มแสงการส่องสว่างขึ้นอยู่กับ
 - ๑.....
 - ๒.....
๖. กำหนดให้ $P = 100$ กำลังเทียน $d = 10$ ฟุต $I =$
๗. ณ จุดซึ่งอยู่ห่างจากดวงไฟ ๒๐ กำลังเทียน ๒ ฟุต จะมีความเข้มแสงการส่องสว่าง.....กำลังเทียน-ฟุต
๘. ถ้าให้หลอดไฟ ๕๐ กำลังเทียน ให้ความเข้มบนหน้าหนังสือ ๒ กำลังเทียน-ฟุต เราจะต้องแขวนให้หลอดไฟอยู่สูง.....ฟุต
๙. หลอดไฟมีกำลังส่องสว่าง ๑๐๐ กำลังเทียน อยู่ห่างจากผนัง ๑๐ ฟุต กับตะเกียงซึ่งมีกำลังส่องสว่าง ๔ กำลังเทียน อยู่ห่างจากผนัง ๑ ฟุต
ตะเกียงจะให้ความเข้มของแสงมากกว่าหลอดไฟ.....กำลังเทียน-ฟุต

๗๓๘. ในการวัดกำลังส่องสว่างของดวงไฟ เราใช้วิธีเปรียบเทียบกำลังส่องสว่างของดวงไฟ ระหว่างดวงไฟที่เราไปทราบกำลังส่องสว่าง กับดวงไฟที่เราทราบกำลังส่องสว่างของมันแล้ว (ดวงไฟมาตรฐาน)



ภาพนี้ เป็นภาพของ เครื่องมือที่เรา เรียกกันว่า โฟโตมิเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับใช้ _____

๗๔๐. เมื่อเราทราบกำลังส่องสว่างของดวงไฟดวงหนึ่ง เราก็สามารถที่จะทราบกำลังส่องสว่างของดวงไฟอีกดวงหนึ่งใดด้วยวิธี _____ ของดวงไฟทั้งสอง



เมื่อเราจะเปรียบเทียบกำลังส่องสว่างของดวงไฟก็ให้เอาดวงไฟที่เราต้องการทราบกำลังส่องสว่าง กับดวงไฟที่เราทราบกำลังส่องสว่างแล้วมาวางไว้ก้นละก้นของฉาก (ดังภาพ) แล้วพิจารณาความเข้มแสงการ

ส่องสว่างบนฉากที่เกิดขึ้นอัน เนื่องจากดวงไฟแต่ละดวง

๓๔๕. เนื่องจากว่า เราสามารถจะเปรียบเทียบความเข้มแสงการส่องสว่างของดวงไฟใดก็ตาม เมื่อ เราจัดให้ความเข้มของแสงบนฉากซึ่งเกิดจากดวงไฟทั้งสอง เท่ากัน

นั่นก็คือ ความเข้มอันเนื่องมาจากดวงไฟดวงที่ ๑ เท่ากับความเข้มอันเนื่องมาจากดวงไฟดวงที่ ๒ หรือเราอาจเขียนได้ดังนี้

$$I_I = \text{-----}$$

๓๔๖. แต่เราทราบว่า

$$I_I = \frac{P_I}{d_I^2}$$

$$I_2 = \frac{P_2}{d_2^2}$$

ดังนั้นเราจะได้ว่า

$$\frac{P_I}{d_I^2} = \text{-----}$$

๓๔๗. จากข้อ ๓๔๖. เราได้ว่า

$$\frac{P_I}{d_I^2} = \frac{P_2}{d_2^2}$$

ซึ่งเราสามารถที่จะจัดให้เป็นรูปสูตรสำเร็จ เพื่อใช้ในการหาค่าทั้งสองสว่างใด คือ

$$\frac{P_I}{P_2} = \text{-----}$$

เป็นสูตรที่ใช้หาค่าทั้งสองสว่างของดวงไฟอีกสูตรหนึ่ง

$$\frac{P_I}{P_2} = \frac{d_I^2}{d_2^2}$$

สำหรับสูตรนี้ เราจะใช้ได้ เมื่อดวงไฟทั้งสองวางให้มีความเข้มแสงการส่องสว่างบนฉากเท่ากัน

๓๔. ตัวอย่าง ดวงไฟ ๔๐ กำลังเทียน อยู่ห่างจากฉาก ๒ เมตร ให้
 ถ่าน้ำตะเกียงมาวางข้างฉากอีกด้านหนึ่ง ให้ห่างจากฉาก ๓ เมตร
 ทั้งสองให้ความเข้มบนฉากเท่ากัน จงหาความสว่างของตะเกียง

สูตร $\frac{P_1}{P_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$
 โจทย์กำหนดให้ $P_1 =$ กำลังส่องสว่างของดวงไฟ ๔๐ กำลังเทียน

$P_2 =$ กำลังส่องสว่างของตะเกียง

$d_1 =$ ระยะของดวงไฟ ๒ เมตร

$d_2 =$ ระยะของตะเกียง ๓ เมตร

แทนค่า $\frac{40}{P_2} = \frac{(2)^2}{(3)^2}$
 $P_2 =$ _____

กำลังส่องสว่างของตะเกียง _____ กำลังเทียน

๓๕. หลอดไฟ ๑๖ กำลังเทียน อยู่ห่างจากฉาก ๔ เมตร ให้ความเข้ม
 บนฉากเท่ากับหลอดไฟอีกดวงหนึ่ง ซึ่งอยู่ทางออกไปจากฉาก ๕ เมตร
 จงหา กำลังส่องสว่างของหลอดไฟดวงนั้น

สูตร $\frac{P_1}{P_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$
 โจทย์กำหนดให้

แทนค่า

กำลังส่องสว่างของหลอดไฟ _____ กำลังเทียน

๓๕๐. คว้งไฟส่องคว้งวางไว้นกฉะข้างฉากของโพโตมีเตอร์ เป็นระยะ
๑ ฟุต และ ๒ ฟุต ตามลำดับ ฉากคว้งไฟคว้งแรกคว้ง ๒๐ ก้าง
เทียน อีกคว้งหนึ่งจะคว้ง _____ ก้าง เทียน

๓๕๑. คว้งอย่าง ฉะ เกียง ๒๐ ก้าง เทียน อยู่หำจากฉาก ๑ ฟุต ให้
คว้งฉะขณฉากเทำกับหลอดไฟ ๔๐ ก้าง เทียน จงหำหลอด
ไฟอยู่หำจากฉากเทำไร
สูตร
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

โจทย์กำหนดให้

P_1 = ก้างส่องคว้งของฉะ เกียง ๑๐ ก้าง เทียน

P_2 = ก้างส่องคว้งของหลอดไฟ ๔๐ ก้าง เทียน

d_1 = ระยะหำของฉะ เกียง ๒ ฟุต

d_2 = ระยะหำของหลอดไฟ

แทนควำ

$$\frac{20}{40} = \frac{(2)^2}{d_2^2}$$

$$d_2^2 = \frac{4}{1}$$

$$d = 2$$

หลอดไฟอยู่หำจากฉาก _____ ฟุต

๓๕๒. หลอดไฟ ๑๐๐ ก้าง เทียน จะอยู่หำจากฉากเทำไร จึงจะให้
คว้งฉะขณเทำกับหลอดไฟ ๔ ก้าง เทียน ซึ่งอยู่หำจากฉาก
๒ เมตร ?

สูตร
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

โจทย์กำหนดให้

แทนค่า

อยู่ห่างจากจาก _____ เมตร

๓๕๓. ดวงเทียน ๑๐ กำลังเทียน จะวางห่างจากฝาเท้าไร จึงจะให้ความ
เชมบนฝาเท้ากับตะเกียง ๔๐ กำลังเทียน ซึ่งอยู่ห่าง ๔ ฟุต
ดวงเทียนจะต้องวางให้ห่างจากฝา _____ ฟุต

๓๕๔. ดวงไฟ ๒๕ กำลังเทียนดวงหนึ่ง อยู่ห่างจาก ๒ เมตร เราจะต้อง
เลื่อนดวงไฟอีกดวงหนึ่งซึ่งมีกำลังส่องสว่าง ๑๐๐ กำลังเทียน ให้อยู่
ห่างจากจาก _____ ฟุต จึงจะทำให้ความเชมบนฉากเท่ากัน

๓๕๕. ความเชมแห่งการส่องสว่างของแสง มีความสำคัญแก่สายตาของเรา
สายตาของเราอาจจะเสียได้ หากตาเราได้รับ _____
_____ มากหรือน้อยเกินไป

๓๕๖. ในการทำงานใด ๆ ก็ตามที่ต้องใช้แสงสว่าง สิ่งสำคัญที่เราต้องคำนึงถึง
อยู่เสมอก็คือ _____ ของแสง ซึ่ง
ต้องจัดให้พอเหมาะแก่การทำงานของ เราให้มากที่สุด

๓๕๗. ขนาดของห้อง, สีของห้อง, นับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่ง
ในการที่จะช่วยเพิ่มหรือลด _____ ของแสง
เพื่อให้เหมาะกับการทำงาน

๓๕๘. ในห้องพักผ่อน หรือห้องรับแขก เราควรจะใช้สีเป็นตา เช่น สีฟ้า,
สีเขียวอ่อน ทั่วผนังห้อง
ในห้องนอนก็เช่นเดียวกัน ควรที่จะใช้สีประเภทเดียวกัน ก็
ใช้สี _____

๓๕๙. จากการทดลอง เราพบว่า ความเข้มของแสงที่เหมาะสมแก่การใช้อ่าน
หนังสือ คือความเข้มประมาณ ๓-๕ กำลังเทียน-ฟุต
ดังนั้นในห้องอ่านหนังสือ เราควรจัดความสว่างให้เพียงพอที่จะ
ทำให้เกิดความเข้มแห่งการส่องสว่างบนหนังสือ _____

๓๖๐. การที่เราให้แสงสว่างกระทบสิ่งที่เราต้องการให้เกิดความสว่างโดยตรงนั้น เราเรียกว่าเป็นการให้แสงโดยตรง
การให้แสงอาทิตย์ส่องเข้าไปในบ้าน เป็น _____

๓๖๑. การให้หลอดไฟฟ้า, ตะเกียง, เทียนไข เพื่อให้เกิดความสว่างจัดว่าเป็น _____ เช่นกัน

๓๖๒. การให้แสงไปกระทบตัวกลางที่บดแสง เช่น เพดานห้อง หรือผนังห้อง แล้วให้แสงสะท้อนจากตัวกลางนั้นไปยังสิ่งที่เราต้องการให้เกิดความสว่าง เราเรียกว่าเป็นการให้แสงทางอ้อม
การจัดให้แสงไปกระทบกับสิ่งของ เครื่องใช้ต่างๆ ภายในห้อง เช่น ตู้ โต๊ะ คีย์บอร์ด ผนัง ฝ้าเพดาน จัดเป็น _____

๓๖๓. การทาสีห้องด้วยสีต่างๆ จัดว่าเป็น _____ ได้เช่นเดียวกัน เพราะสีที่ทาลงไปนั้น ช่วยในการสะท้อนแสงไฟมากน้อยต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้ความสว่างภายในห้อง เปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการ

๓๖๔. การใช้โคมไฟกันแสงจากดวงไฟ เป็น _____ เช่น
เกี่ยวกับ

๓๖๕. การใช้แสงโดยตรงและการใช้แสงโดยทางอ้อม รวมถึงการใช้วัสดุ
โปร่งแสงเป็นกั้วกลาช่วยสะท้อนแสง เรียกว่า การใช้แสงแบบผสม
ความสว่างภายในห้องรับแขก เป็นความสว่างที่ได้จากดวงไฟ
โดยตรง รวมถึงแสงสะท้อนจากเครื่องใช้ต่างๆที่อยู่ในห้อง การ
ใช้ความสว่างในห้องรับแขก ถือว่าเป็นการใช้แสงแบบ _____

๓๖๖. การใช้กระจกภายในห้องสะท้อนแสง ถือว่าเป็นการใช้แสงแบบ _____

๓๖๗. ในเรื่องของการใช้แสง เรามีวิธีใช้อยู่ _____ วิธี คือ

๑. _____

๒. _____

๓. _____

๓๖๘. ในจำพวกหลอดไฟฟ้าพวกกัน หลอดนีออน หรือหลอดฟลูออโร เรส เช่น
จะให้แสงนวล เป็นนัยน์ตากว่าหลอดชนิดอื่น
ดังนั้นในห้องนอน เราควรใช้ _____

๓๖๙. ในห้องนั่งเล่น หรือห้องรับแขก ควรใช้ _____
_____ เช่นเดียวกัน

๓๗๐ ที่ผิวภายในของหลอดฟลูออโร เรส เช่นจะบรรจุ หรือเคลือบด้วยสารเรือง
แสงที่เรียกว่าฟอสเฟออร์ ซึ่งเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้
อย่างยิ่ง
จะเป็นอันตรายจากถ้าเราสูดเอา _____ เข้าไปในปอด

๓๗๑. แดจะหายยากมากถ้าปล่อยให้ _____ เข้าไปในแด

๓๗. เมื่อหลอดไฟคอร์เรส เช่นแตก เราไม่ควรอยู่ใกล้ๆ เพราะผง _____
จะฟุ้งกระจายเข้าสู่นอกหรือแผลของเราได้

๓๘. แสงสว่างที่ประโยชน์แก่ชีวิตมนุษย์มากมาย เช่นแสงอุตราไวโอเลต
ซึ่งสามารถที่จะฆ่าเชื้อโรคบางชนิดได้
เราจะได้รับแสง _____ จากดวงอาทิตย์
ในตอนเช้า

๓๙. ผิวหนังของเราจำแนกรับแสงได้ ถ้าเราได้รับ _____
มากเกินไป

๔๐. พืชสีเขียวจะปรุงอาหารได้ก็โดยใช้แสงแดดช่วย นั่นก็หมายความว่า
ไม่ว่าพืชหรือสัตว์ _____ จะช่วยเสริมสร้างความเจริญเติบโตได้

๓๗. ในการถ่ายรูปในตอนกลางวัน เราจะถ่ายไม่ได้เลยหากไม่มี
ช่วย

๓๘. การทำปลาเค็ม กวดยตาก ก็เช่นเดียวกันเราจำเป็นต้องใช้
ช่วย

๓๙. จากที่กล่าวมานี้เราจะสรุปได้ว่า แสงแดดให้ประโยชน์แก่การดำรงชีวิต
มนุษย์มากมาย ซึ่งได้แก่

แบบฝึกหัด

จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้มีความสมบูรณ์

๑. เครื่องมือที่ใช้เปรียบเทียบกำลังส่องสว่างของดวงไฟ คือ.....
๒. หลักของโฟโตมิเตอร์ คือ.....
๓. ดวงไฟ ๑๐๐ กำลังเทียน อยู่ห่างจากฉาก ๒ ฟุต จะให้ความเข้มบนฉาก เทียบกับตะเกียง ซึ่งอยู่ห่างฉาก ๕ ฟุต
ตะเกียงจะมีกำลังส่องสว่าง.....กำลังเทียน
๔. กำหนดให้ $P_I = ๑๐๐$ กำลังเทียน $P_2 = ๒๕$ กำลังเทียน $d_I = ๑๐$ ฟุต
 $d_2 = \dots\dots\dots$ ฟุต
๕. ความเข้มของการส่องสว่างมีความสำคัญ คือ.....
.....
๖. เราสามารถที่จะปรับความเข้มของการส่องสว่างได้หลายวิธี คือ
๑..... ๒.....
๓..... ๔.....
๗. ความเข้มของแสงที่เหมาะสมกับการใช้อ่านหนังสือ คือ.....
๘. การใช้แสงโดยทางอ้อมหมายความว่า.....
.....
๙. เหตุที่เราใช้หลอดนีออนในห้องรับแขก เพราะ.....
๑๐. สารที่เป็นอันตรายต่อร่างกายที่มีอยู่ในหลอดนีออน คือ.....
๑๑. แสงอุลตราไวโอเลต ได้มาจาก.....ให้ประโยชน์ คือ..
.....
- ๑๒ ประโยชน์ของแสงสว่างคือ.....
.....

ก ร ำ ท อ บ

(๑๓๓)

๑. โมเลกุล

๒. โมเลกุล

๓. โมเลกุล

๔. ต่างกัน

๕. ต่างกัน

๖. ต่างกัน

๗. อัญมณี

๘. อัญมณี

๙. อัญมณี

(๑๓๔)

๑๐. สิ้นสะเพือน

๑๑. สิ้นสะเพือน

๑๒. สิ้นสะเพือน

๑๓. โมเลกุล สิ้นสะเพือน

๑๔. โมเลกุล สิ้นสะเพือน

๑๕. มากกว่า

๑๖. สิ้นสะเพือนมาก สิ้นสะเพือนน้อย

๑๗. การสิ้นสะเพือนของโมเลกุลของวัตถุ

๑๘. การสิ้นสะเพือนของโมเลกุลของวัตถุ

๑๙. เปล่งแสงสว่าง

๒๐. เปล่งแสงสว่าง

๒๑. เปล่งแสงสว่าง

(๑๓๕)

๒๒. ความร้อน
๒๓. ความร้อน
๒๔. การสิ้นสะท้อนของโมเลกุลของวัตถุ
๒๕. แหล่งกำเนิดแสง
๒๖. แหล่งกำเนิดแสง
๒๗. แหล่งกำเนิดแสง
๒๘. เทียนไขเปล่งแสงออกมาได้
๒๙. ตามธรรมชาติ
๓๐. ตามธรรมชาติ
๓๑. มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น
๓๒. มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น

๓๓. สิ่งที่สามารถเปล่งแสงสว่างออกมาได้
๑. แหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ
 ๒. แหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น
๓๔. โซติเทหวัตถุ
๓๕. โซติเทหวัตถุ
๓๖. โซติเทหวัตถุ
๓๗. โซติเทหวัตถุ
๓๘. โซติเทหวัตถุ
๓๙. โซติเทหวัตถุ
๔๐. โซติเทหวัตถุ
๔๑. อโซติเทหวัตถุ
๔๒. อโซติเทหวัตถุ
๔๓. อโซติเทหวัตถุ

(๑๓๓)

๔๔.

๒

๑. โขติเทหวัตถุ

๒. อโโขติเทหวัตถุ

๔๕.

๔๖.

๔

๔

๔๗.


$$\begin{array}{r} ๑ \times ๓,๖๐๐,๐๐๐ \\ \hline ๓๐๐,๐๐๐ \\ ๑๒ \end{array}$$

๑๒

๔๘.

๓๐๐,๐๐๐

๑

๑,๒๐๐,๐๐๐

$$\begin{array}{r} ๑ \times ๑,๒๐๐,๐๐๐ \\ \hline ๓๐๐,๐๐๐ \end{array}$$

๔

๔

๔๙.

๒๔

๕๐.

๒๐๐,๐๐๐

๒๐๐,๐๐๐

๕๑.

๓๐๐,๐๐๐ ก.ม.

๕๓. แสงจากตะเกียงเข้าสู่ตาเรา
๕๔. แสงจากเทียนไขเข้าสู่ตาเรา
๕๕. แสงจากเทียนไข ไม่ได้
๕๖. ไม่ได้
๕๗. แสงจากวัตถุพุ่งเข้าสู่ตาเรา
ไม่มีแสงจากวัตถุพุ่งเข้าสู่ตาเรา
๕๘. แสงจากตะเกียงพุ่งเข้าสู่ตาเรา
๕๙. ไม่เห็น
๖๐. ไม่เห็น
๖๑. มองเห็น
๖๒. แสงจากหนังสือพุ่งเข้าสู่ตาเรา
๖๓. แสงสะท้อน

๖๔. แสงสะท้อน
๖๕. ดวงอาทิตย์ สะท้อนแสง
๖๖. แสงสว่าง สะท้อนแสง
๖๗. แสงจากโชติเทววัตถุสะท้อนเข้าสู่ตาเรา
๖๘. ทวิกลาง
๖๙. ทวิกลาง
๗๐. ที่ไม่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านไปได้อ
๗๑. ทวิกลางโปร่งใส
๗๒. ทวิกลางโปร่งใส ยอมให้แสงผ่านไ้หมดและสามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้ชัดเจน
๗๓. ทะลุผ่าน
ทวิกลางโปร่งใส
๗๔. ทวิกลางที่ยอมให้แสงผ่านไ้หมด และสามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้

๓๕. ไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้ชัดเจน
๓๖. ไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้ชัดเจน
๓๗. ทะลุผ่านไม้ไผ่ ไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้
๓๘. ทัวกลางโปร่งแสง
๓๙. ทัวกลางโปร่งแสง
๔๐. ทัวกลางทึบแสง
๔๑. ทัวกลางทึบแสง
๔๒. ทัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงทะลุผ่านได้เลย
๔๓. สะท้อนแสง
๔๔. สะท้อน
สะท้อนแสง
๔๕. สะท้อนแสง

๘๖. สะทอนแสง

๘๗. คุกกลืนแสง

๘๘. คุกกลืนแสง

๘๙. คุกกลืนแสง

๙๐. สะทอนแสง คุกกลืนแสง

๙๑. สะทอนแสง คุกกลืนแสง

๙๒. ยอมให้แสงผ่าน
สะทอนแสง
คุกกลืนแสง

๙๓. ทัวกลางทึบแสง

๙๔. เงา

๙๕. หนังสือ

๙๖. คำ มีรูปร่างคล้ายมือ

๘๗. เงาม

๘๘. ไม่มีแสงไปตกกระทบบเลย

๘๙. เงาม

๑๐๐. เล็ก

๑๐๑. โท

๑๐๒. โท

๑๐๓. เล็ก

๑๐๔. ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงและวัตถุ

๑๐๕. ๑. ขนาดของวัตถุที่ขวางทางเดินของแสง
๒. ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงและวัตถุ

๑๐๖. แนวการเคลื่อนที่ของแสง

๑๐๗. แนวการเคลื่อนที่ของแสง

(๑๔๓)

๑๐๘. แนวการเคลื่อนที่ของแสง แสงมีทิศทางพุ่งลง
๑๐๙. รังสีของแสง
๑๑๐. แนวทางการเคลื่อนที่ของแสง
๑๑๑. ลำแสง
๑๑๒. ลำแสง
๑๑๓. ลำแสง
๑๑๔. ลำแสง
๑๑๕. ลำแสงตีบ
๑๑๖. ลำแสงตีบ
๑๑๗. ปลายบาน
๑๑๘. ลำแสงปลายบาน
๑๑๙. ตีบ ปลายบาน
กระจกเว้า เลนส์นูน

๑๒๐. มีแนวการ เคลื่อนที่ของแสงขนานกัน
๑๒๑. มีแนวการ เคลื่อนที่ของแสงขนานกัน
๑๒๒. ๑. ลำแสงตีบ
๒. ลำแสงปลายบาน
๓. ลำแสงขนาน
๑๒๓. ตกกระทบ
๑๒๔. สะท้อน
๑๒๕. เท่ากับ
๑๒๖. มุมสะท้อน
๑๒๗. เท่ากับ
๑๒๘. รังสีสะท้อน เส้นปกติ
๑๒๙. เท่ากับ
๑๓๐. กฎการสะท้อนของแสง

๑๓๑. กฎการสะท้อนของแสง

๑๓๒. เท่ากับ

๑๓๓. อย่างเป็นระเบียบ

๑๓๔. อย่างเป็นระเบียบ

๑๓๕. การสะท้อนอย่างไม่เป็นระเบียบ

๑๓๖. ไม่เป็นระเบียบ

๑๓๗. ผิว

๑๓๘. การสะท้อนที่ รังสีสะท้อนพุ่งไปในทิศทาง

๑๓๙. การสะท้อนที่รังสีสะท้อนพุ่งไปในทิศทางเดียวกัน
การสะท้อนที่รังสีสะท้อนพุ่งไปในทิศทางต่างกัน

๑๔๐. ภาพจริง

๑๔๑. ภาพจริง

๑๔๒. ภาพเสมือน

๑๔๓. ภาพเสมือน

๑๔๔. ภาพที่เกิดจากรังสีสะท้อน หรือรังสีหักเหมาตัดกันจริง
ภาพที่เกิดจากรังสีสะท้อนหรือรังสีหักเหเสมือนหนึ่งมาตัดกัน

๑๔๕. ทัศนภาพควิลอม

๑๔๖. ทัศนภาพควิลอม

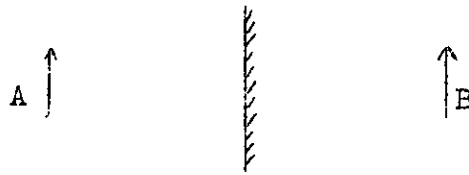
๑๔๗. ๕ นิ้ว

๑๔๘. ๑๐ นิ้ว

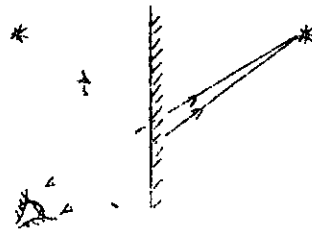
๑๔๙.

(၁၆၈)

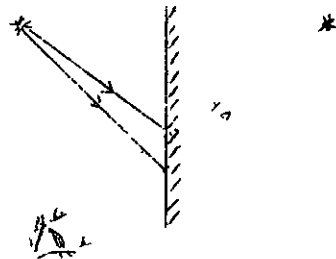
၁၆၀.



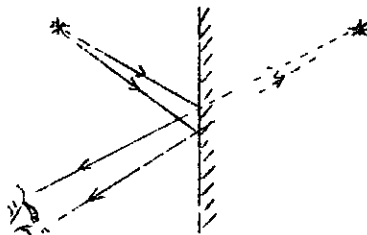
၁၆၁.



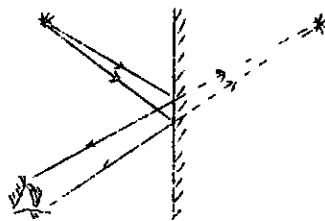
၁၆၂.



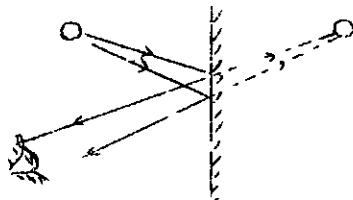
၁၆၃.



၁၆၄.

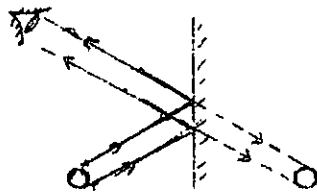


၁၆၅.



(୧୫୫)

୧୯୫.



୧୯୬.

୧୯୭.

୫

୧୯୮.

୩

୫

୧୯୯.

୨୦୦.

ϕ

୨୦୧.

୨୩

୨୦୨.

୫୦

୨୦୩.

$$\phi(m+9) = ୩୫୦$$

$$\phi = \frac{୩୫୦}{୩+୯}$$

$$\phi = ୪୦$$

(๑๔๔)

๑๖๕.

$$(๔ + ๑) = ๓๖๐$$

$$\phi (๔ + ๑) = ๓๖๐$$

$$\phi = \frac{๓๖๐}{(๔ + ๑)}$$

$$\phi = ๔๐^{\circ}$$

๑๖๖.

สูตร $N = \frac{๓๖๐}{\phi} - ๑$

จากโจทย์ทราบว่า $N = ๔$

แทนค่าในสูตร $๔ = \frac{๓๖๐}{\phi} - ๑$

ขั้นที่ ๑ $๔ + ๑ = \frac{๓๖๐}{\phi}$

ขั้นที่ ๒ $\phi (๔ + ๑) = ๓๖๐$

ขั้นที่ ๓ $\phi = \frac{๓๖๐}{(๔ + ๑)}$

$$\phi = ๓๖$$

๑๖๗.

๓๐

๑๖๘.

๔๕

๑๖๙.

ปกติ

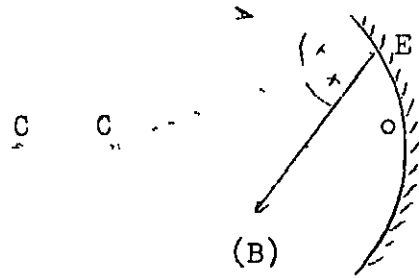
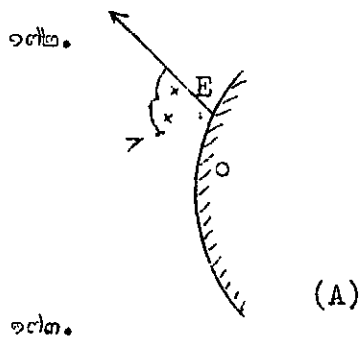
๑๗๐.

ปกติ

๑๗๑.

๒๐ องศา

(๑๕๐)



๑๗๔. โฟกัส

๑๗๕. โฟกัส

๑๗๖. โฟกัส

๑๗๗. จริง

๑๗๘. โฟกัส

โฟกัส

๑๗๙. โฟกัส

๑๘๐. เสมือน

๑๘๑. จริง

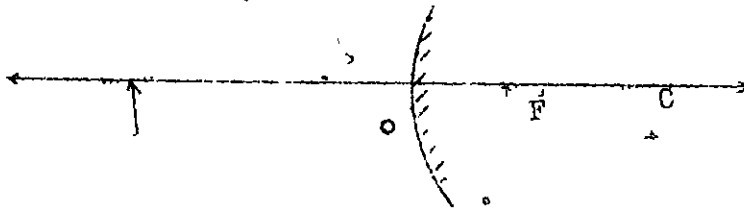
เสมือน

๑๘๒. ๒

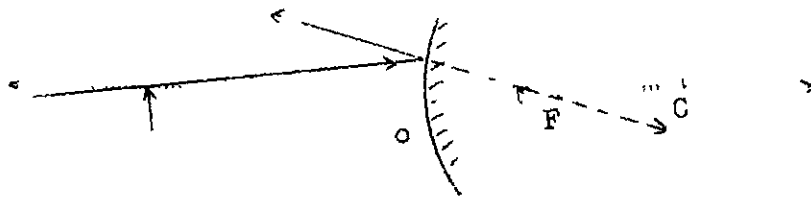
๑๙๒. ไท
๑๙๓. ภาพเสมือน
๑๙๔. เสมือน
๑๙๕. O F
๑๙๖. โต
๑๙๗. กระจกเวา
๑๙๘. ๒
ภาพจริง
ภาพเสมือน
๑๙๙. รังสีเสมือนตัดกัน
หน้ากระจก
๒๐๐. โฟกัส

(๑๕๓)

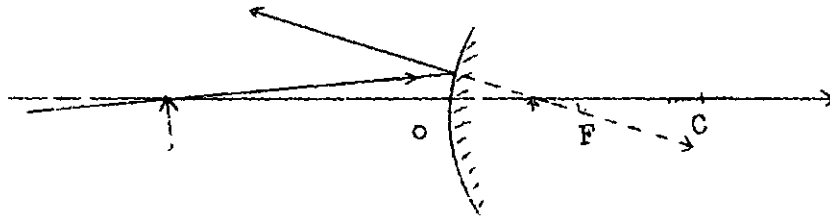
๒๐๑.



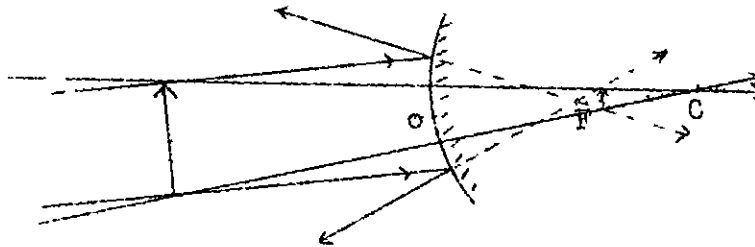
๒๐๒.



๒๐๓.



๒๐๔.



๒๐๕.

เสมือน

๒๐๖.

เสมือน

๒๐๗.

เล็ก

๒๐๘.

โต
เล็กลง

๒๐๙. ๑. ให้ภาพที่เหมือนกับวัตถุ
๒. จะมองเห็นวัตถุโตขึ้น เมื่อวัตถุนั้นเคลื่อนที่เข้ามาใกล้ๆ

๒๑๐. ขวก

๒๑๑. ขวก

๒๑๒. ขวก

๒๑๓. ลบ

๒๑๔. ลบ

๒๑๕	ขวก	ขวก
	ขวก	ขวก
	ลบ	ขวก

๒๑๖.

$$-\frac{q}{v} = \frac{q}{60} - \frac{q}{96}$$

$$\frac{q}{v} = \frac{2}{50}$$

$$-\frac{q}{v} = \frac{-3}{60}$$

$$v = \frac{30}{1}$$

ตอบ เกิดภาพทางจากกระจก ๒๐ ซม. เป็นภาพจริง

(๑๕๕)

๒๑๗.

$$๕) \quad \frac{๑}{๒๐} = \frac{๑}{๔} + \frac{๑}{v}$$

$$\begin{aligned} ๕) \quad -\frac{๑}{v} &= \frac{๑}{๔} - \frac{๑}{๒๐} \\ &= \frac{๕ - ๑}{๒๐} \end{aligned}$$

$$-\frac{๑}{v} = \frac{๔}{๒๐}$$

$$\frac{๑}{v} = \frac{-๔}{๒๐}$$

$$v = -๕$$

ตอบ เกิดภาพทางจากกระจก ๕ ซม.

๒๑๘.

$$๔) \quad f = ๒๐ \text{ ซม.} \quad v = -๕ \text{ ซม.}$$

$$๕) \quad \frac{-๑}{๒๐} = \frac{๑}{u} - \frac{๑}{๕}$$

$$\begin{aligned} ๖) \quad \frac{-๑}{u} &= \frac{๑}{๒๐} - \frac{๑}{๕} \\ &= \frac{๑ - ๔}{๒๐} \end{aligned}$$

$$\frac{-๑}{u} = \frac{-๓}{๒๐}$$

$$\frac{๑}{u} = \frac{๓}{๒๐}$$

$$u = \frac{๒๐}{๓}$$

ตอบ วัตถุอยู่ห่างจากกระจก $\frac{๒๐}{๓}$ ซม.

๒๑๙.

๒) โจทย์ต้องการให้หา ระยะวัตถุ

$$๓) \quad \frac{๑}{f} = \frac{๑}{u} + \frac{๑}{v}$$

$$๔) \quad f = ๑๐ \text{ ซม.} \quad v = -๑๕ \text{ ซม.}$$

$$๕) \quad \frac{๑}{๑๐} = \frac{๑}{u} - \frac{๑}{๑๕}$$

$$\frac{-๑}{๑๕} = \frac{๑}{u} - \frac{๑}{๑๐}$$

(๑๕๖)

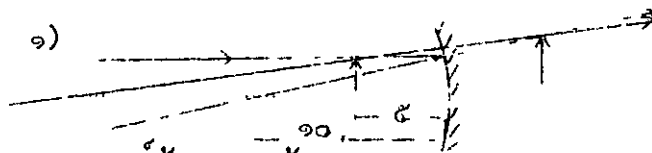
$$= \frac{-d - b}{ao}$$

$$\frac{-2}{u} = \frac{-5}{ao}$$

$$u = \frac{ao}{5}$$

ตอบ วัตถุอยู่ห่างจากกระจก ๖ ซม.

๒๒๐.



๒) โจทย์ต้องการให้หา ระยะภาพ และ ชนิดของภาพ

$$๓) \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$๔) \quad u = 5 \text{ ซม.} \quad f = 10 \text{ ซม.}$$

$$๕) \quad \frac{1}{10} = \frac{1}{5} + \frac{1}{v}$$

$$๖) \quad \frac{-1}{v} = \frac{1}{5} - \frac{1}{10}$$

$$= \frac{2-1}{10}$$

$$\frac{-1}{v} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-1}{10}$$

$$v = -10$$

ตอบ ภาพอยู่ห่างจากกระจก ๑๐ ซม. เป็นภาพเสมือน

๒๒๑.

๑๐

จริง

๒๒๖.

๑๐

(๑๕๗)

๒๒๓.

๖)

$$\frac{-1}{v} = \frac{1}{2} - \frac{1}{10}$$

$$\frac{-1}{v} = \frac{2 - 1}{10}$$

$$\frac{-1}{v} = \frac{-1}{10}$$

$$v = -10$$

ตอบ ภาพอยู่ทางกระจก ๕ ซม. เป็นภาพเสมือน

๒๒๔.

๓)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$๔) \quad u = 10 \text{ ซม.} \quad f = 40 \text{ ซม.}$$

๕)

$$\frac{1}{40} = \frac{1}{10} + \frac{1}{v}$$

๖)

$$\frac{-1}{v} = \frac{1}{10} - \frac{1}{40}$$

$$\frac{-1}{v} = \frac{4 - 1}{40}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-3}{40}$$

$$v = -\frac{40}{3}$$

ตอบ ภาพอยู่ทางกระจก ๑๓.๓ ซม. เป็นภาพเสมือน

๒๒๕.

๑)

๒) โจทย์ต้องการให้หา ระยะภาพและชนิดของภาพ

๓)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$๔) \quad f = 30 \text{ ซม.} \quad u = 10 \text{ ซม.}$$

๕)

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{10} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{-1}{v} = \frac{1}{10} - \frac{1}{30}$$

(๑๕๘)

$$\frac{-2}{V} = \frac{30 - 2}{30}$$

$$\frac{2}{V} = \frac{-17}{30}$$

$$V = -95$$

ตอบ ภาพอยู่ห่างจากกระจก ๑๕ ซม. เป็นภาพเสมือน

๒๒๖. $\frac{๑๕}{๒}$ เสมือน

๒๒๗. $\frac{๔๐}{๓}$

๒๒๘. ๑๐

$$\begin{aligned} \frac{-2}{u} &= \frac{2}{20} - \frac{2}{30} \\ \frac{-2}{u} &= \frac{2 - 4}{30} \\ \frac{2}{u} &= \frac{-2}{30} \\ u &= 30 \end{aligned}$$

ตอบ วัตถุอยู่ห่างจากกระจก ๑๐ ซม.

๒๓๐. ๔) $u = 30$ ซม. $f = -95$ ซม.

$$\begin{aligned} \frac{-2}{95} &= \frac{2}{30} + \frac{2}{v} \\ \frac{-2}{v} &= \frac{2}{30} + \frac{2}{95} \\ \frac{-2}{v} &= \frac{2 + 12}{30} \\ \frac{-2}{v} &= \frac{14}{30} \end{aligned}$$

(๑๕๕)

$$\therefore V = -90$$

ตอบ วัตถุอยู่ห่างจากกระจก ๑๐ ซม.

๒๓๑.

๒) โจทย์ต้องการให้หา ระยะภาพ

$$\text{สูตร} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$๓) \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$๔) \quad f = -30 \text{ ซม.} \quad u = ๑๕ \text{ ซม.}$$

$$๕) \quad \frac{-1}{30} = \frac{1}{15} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{-1}{v} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{-1}{v} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{-1}{v} = \frac{1}{10}$$

$$v = -10$$

$\therefore$
ภาพอยู่ห่างจากกระจก ๑๐ ซม.

๒๓๒.

๔

๒๓๓.

๑๐ ซม.

๒๓๔.

๒

(๑๖๐)

๒๓๕.

$$I = \frac{๑๐ \times ๒}{๓๐}$$

$$= ๒$$

คำตอบ

$$๒$$

๒๓๖.

แทนค่าในสูตร

$$\frac{I}{๑๕} = \frac{๑๕}{๑๐}$$

$$I = \frac{๑๕ \times ๑๕}{๑๐}$$

$$= ๒๒.๕$$

คำตอบ

$$๒๒.๕$$

๒๓๗.

จากโจทย์

ระยะภาพ ๕ ซม.

ระยะวัตถุ ๒๐ ซม.

ขนาดวัตถุ ๔ ซม.

สูตร

$$\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$$

แทนค่า

$$\frac{I}{๔} = \frac{๕}{๒๐}$$

$$I = \frac{๕ \times ๔}{๒๐}$$

$$= ๒$$

คำตอบ

$$๒$$

๒๓๘.

๒

๒๓๙.

๔

๔

๒๔๐.

$$u \times ๒ = ๑ \times ๔$$

$$u = \frac{๑ \times ๔}{๒}$$

$$= ๒$$

คำตอบ

$$๒$$

(๑๖๑)

๒๔๑. จากโจทย์ ขนาดวัตถุ ๒ ซม. ขนาดภาพ ๘ ซม.
ระยะภาพ ๑ ซม.

สูตร , $\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$
แทนค่า $\frac{๘}{๒} = \frac{๑}{u}$
 $u = ๑ \times ๒$
 $u = \frac{๑ \times ๒}{๘}$
 $= \frac{๑}{๒}$
คำตอบ $\frac{๑}{๒}$

๒๔๒. ๑๐

๒๔๓. ๒ ๒

๒๔๔. จากโจทย์ ๑๐ ซม. ๑๐ ซม.

๒๐ ซม.

สูตร , $\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$

แทนค่า $\frac{๑๐}{O} = \frac{๒๐}{๑๐}$

$๑๐ \times ๑๐ = ๒๐ \times O$

$O = \frac{๑๐ \times ๑๐}{๒๐}$

$= ๕$

คำตอบ ๕

๒๔๕. ๑๖

๒๔๖. ๑

ตัวอย่าง

๑๐

ภาพเกิดทางจากกระจก ๓๐ ซม.
ขนาดภาพ ๑๐ ซม.

๒๔๙.

I

$$I = ๘$$

คำตอบ ๓๐ ซม.
๘ ซม.

๒๕๐.

๑๐

$$\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$$

$$\frac{I}{๒} = \frac{๑๐}{๑๐}$$

$$I = ๒$$

คำตอบ ๑๐
๒

๒๕๑.

$$\frac{f}{u} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{๑}{๒๐} = \frac{๑}{๕๐} + \frac{1}{v}$$

$$v = ๔๐$$

$$\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$$

$$\frac{I}{๒} = \frac{๔๐}{๕๐}$$

$$I = ๒$$

คำตอบ ๔๐
๒

๒๕๐.

๖๐

๖

(๑๒๓)

•

๒๕๑.

๑

๒๕๒.

๒

คำตอบ

๖

๒

๒๕๓.

$\frac{๑๐}{๓}$

๒

๒๕๔.

๔

๒๕๕.

เบนไปจากแนวเดิม

๒๕๖.

เบนไปจากแนวเดิม

๒๕๗.

เบนไปจากแนวเดิม

๒๕๘.

ปรากฏการณ์ที่ทางเดินของแสงเบนไปจากแนวเดิม
เกิดจากแสงเดินทางผ่านตัวกลาง ๒ ชนิด ที่มีความหนาแน่น
ต่างกัน ในคราวเดียวกัน

๒๕๙.

การหักเหของแสง

๒๖๐.

การหักเหของแสง

๒๖๑. สูง

๒๖๒. OI

OR

๒๖๓. OA

OB

๒๕๔. ตกกระทบในน้ำ

๒๖๕. รังสีหักเหในน้ำ

รังสีตกกระทบในอากาศ

มุมหักเหในน้ำ

มุมตกกระทบในอากาศ

๒๖๖. เบนเข้าหาเส้นปกติ

๒๖๗. เบนเข้าหาเส้นปกติ

๒๖๘. เบนเข้าหาเส้นปกติ

๒๖๙. เบนเข้าหาเส้นปกติ

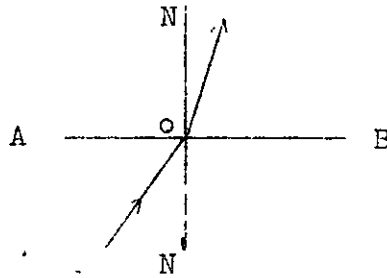
๒๗๐. เบนเข้าหาเส้นปกติ

๒๙๑.

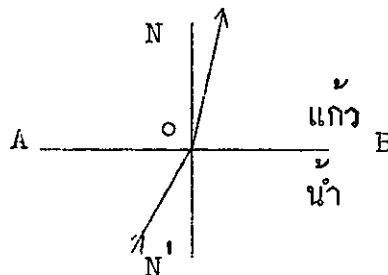
๒

๑

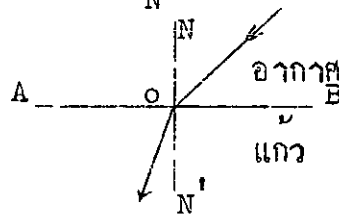
๒๙๒.



๒๙๓.



๒๙๔.



๒๙๕.

เบนออกจากเส้นปกติ

๒๙๖.

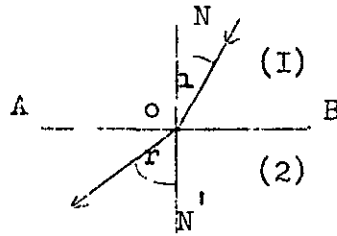
เบนออกจากเส้นปกติ

๒๙๗.

ออกจากเส้นปกติ
น้อย

(๑๖๖)

๒๗๘.



๒๗๙.

เบนออกจากเส้นปกติ
เบนเข้าหาเส้นปกติ

๒๘๐.

โตขึ้น

๒๘๑.

โตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

๒๘๒.

โตขึ้นควย

๒๘๓.

โตขึ้นควย

๒๘๔.

มุมวิกฤติ

๒๘๕.

มุมวิกฤติ

๒๘๖.

มุมวิกฤติ

๒๘๗.

มุมตกกระทบในตัวกลางเนื้อแน่นซึ่งพอดีทำให้มุมหักเหในตัวกลาง
เนื้อบางโต 90°
แสงเดินทางจากตัวกลางเนื้อแน่นเข้าสู่ตัวกลางเนื้อบาง

(๑๒๗)

๒๘๘. การสะท้อนกลับหมด

๒๘๙. การสะท้อนกลับหมด

๒๙๐. การสะท้อนกลับหมด

๒๙๑. การสะท้อนกลับหมด

๒๙๒. กระจายแสง

๒๙๓. ต
ม่วง, คราม, น้ำเงิน, เขียว, เหลือง, ส้ม, แดง,

๒๙๔. ต
ต

๒๙๕. ต
ม่วง, คราม, น้ำเงิน, เขียว, เหลือง, ส้ม, แดง,

๒๙๖. ๒ AB AC

๒๙๗. แดง
ม่วง

(๑๖๘)

๒๙๘. การกระจายแสง

๒๙๙. การกระจายแสง

๓๐๐. ๙ ม่วง, คราม, น้ำเงิน, เขียว, เหลือง, ส้ม,
แดง.

๓๐๑. ๒
๑

๓๐๒. ตะวันตก

๓๐๓. ทิศตะวันออก

๓๐๔. สี ๙ สี คือ ม่วง, คราม, น้ำเงิน, เขียว, เหลือง, ส้ม
แดง

๓๐๕. กำลังสองสว่าง

๓๐๖. กำลังสองสว่าง

๓๐๗. กำลังสองสว่าง

(๑๖๔)

๓๐๘. กำลังเทียบ

๓๐๙. กำลังเทียบ

๓๑๐. ควงเทียบมาตรฐาน

๓๑๑. ๑๐ เท่าของควงเทียบมาตรฐาน

๓๑๒. ความเข้มแสงการส่องสว่าง

๓๑๓. ความเข้มแสงการส่องสว่าง

๓๑๔. ความเข้มแสงการส่องสว่างมาก

๓๑๕. ความเข้มแสงการส่องสว่างน้อย

๓๑๖. มากขึ้น

๓๑๗. น้อยลง

๓๑๘. มาก
น้อย

๓๑๙. เปลี่ยนไป

(๑๓๐)

๓๒๐. ระยะทางระหว่างดวงเทียนกับพื้นที่รับแสง

๓๒๑. กำลังเทียน-ฟุต

๓๒๒. ๓

๓๒๓. ๒

๓๒๔. ความเข้มที่จุดซึ่งอยู่ห่างดวงไฟ ๑ กำลังเทียน เป็นระยะทาง ๑ ฟุต

๒๒๕. ๔
๔

๓๒๖. $\frac{60}{4}$
๑๕
๑๕

๓๒๗.
$$I = \frac{P}{d^2}$$
$$I = \frac{200}{(10)^2}$$
$$= \frac{200}{100}$$
$$I = 2$$

๑

๓๒๘. ๕

(๑๙๑)

๓๒๙. ๑ กำลังเหียน-ฟุต
 ๔ กำลังเหียน-ฟุต

๓๓๐. น้อย
 มาก

๓๓๑. ไก่
 ทาง

๓๓๒. ระยะทางระหวางดวงเหียนกับพื้นที่รับแสง

กฎกำลังสองผกผัน

๒

๒

๓๓๓.

$$d = \frac{25}{\sqrt{25}}$$
$$d = 5$$
$$5$$

๓๓๔.

$$I = \frac{P}{d^2}$$
$$1 = \frac{25}{d^2}$$
$$d^2 = 25$$
$$d = \sqrt{25}$$
$$d = 5$$
$$5$$

๓๓๕. ๕

๓๓๖. ๓๐
๑๐

๓๓๗. ๒๐

๓๓๘. ๑๔

๓๓๙. เปรียบเทียบกำลังส่องสว่างของดวงไฟ

๓๔๐. เปรียบเทียบกำลังส่องสว่างของดวงไฟ

๓๔๑. ความเข้มของแสงบนฉากเท่ากัน

๓๔๒. ความเข้มของแสงบนฉากเท่ากัน

๓๔๓.

๓๔๔. ความเข้มของการส่องสว่างของดวงไฟ ดวงที่ ๒

๓๔๕. I_2

๓๔๖. P_2'
 I_2^2
 d_2^2

(๑๓๓)

๓๔๙.

$$\frac{d_I^2}{d_2^2}$$

๓๕๐.

๕๐

๕๐

๓๕๑.

โจทย์กำหนดให้ $P_I =$ กำลังส่องสว่างของหลอดไฟดวงที่ ๑.
๑๒ กำลังเทียน

$P_2 =$ กำลังส่องสว่างของหลอดไฟดวงที่ ๒.

$d_I =$ ระยะทางของหลอดไฟดวงที่ ๑. ๔ เมตร

$d_2 =$ ระยะทางของหลอดไฟดวงที่ ๒. ๕ เมตร

$$\frac{P_2}{P_I} = \frac{(๔)^2}{(๕)^2}$$

$$P_2 = ๒๕$$

ตอบ

๒๕

๓๕๐.

๒๔๐

๓๕๑.

๔

๒

๒

๓๕๒.

โจทย์กำหนดให้ $P_I =$ กำลังส่องสว่างของหลอดไฟดวงที่ ๑. ๑๐๐ กำลัง
เทียน

$P_2 =$ กำลังส่องสว่างของหลอดไฟดวงที่ ๒. ๔ กำลัง
เทียน

$d_I =$ ระยะทางของหลอดไฟดวงที่ ๑

$d_2 =$ ระยะทางของหลอดไฟดวงที่ ๒. ๒ เมตร

$$\begin{aligned} \frac{๑๐๐}{๔} &= \frac{d_I}{(๒)^2} \\ &= ๑๐๐ \end{aligned}$$

๓๕๓. ๑

๓๕๔. ๑

๓๕๕. ความเข้มแข็งของการส่องสว่างของแสง

๓๕๖. ความเข้มแข็งของการส่องสว่าง

๓๕๗. ความเข้มแข็งของการส่องสว่าง

๓๕๘. สีเย็นตา เช่นสีฟ้า หรือสีเขียว

๓๕๙. ๓-๕ กำลังเทียบ-ฟุต

๓๖๐. การใช้แสงโดยตรง

๓๖๑. การใช้แสงโดยตรง

๓๖๒. การใช้แสงทางอ้อม

๓๖๓. การใช้แสงทางอ้อม

(๑๓๕)

๓๖๔. การใช้แสงทางอ้อม

๓๖๕. ผสม

๓๖๖. ผสม

๓๖๗. ๓
การใช้แสงโดยตรง
การใช้แสงทางอ้อม
การใช้แสงแบบผสม

๓๖๘. หลอดนีออน หรือหลอดฟลูออโรเรสเซนต์

๓๖๙. หลอดนีออน หรือหลอดฟลูออโรเรสเซนต์

๓๗๐. ฟอสเฟอร์

๓๗๑. ฟอสเฟอร์

๓๗๒. ฟอสเฟอร์

๓๗๓. อุลตราไวโอเลต

๓๗๔. อุลตราไวโอเลต

(๑๙๖)

๓๙๕. แสงแดด

๓๙๖. แสงแดด

๓๙๗. แสงแดด

๓๙๘. ทำให้เกิดการมองเห็น มาเชื้อโรค ถายรูป ช่วยในการ
ปรุงอาหารของพืช

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบ

แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

1. ถ้าเราสงสัยสิ่งใด เราจะต้องหาคำตอบให้ได้

- ☐ ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ☐ ข. เห็นด้วย
- ☐ ค. เฉยๆ
- ☐ ง. ไม่เห็นด้วย
- ☐ จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. การข้ามถนนที่มีรถพลุกพล่าน อาจเป็นอันตรายได้ จึงควรข้ามที่ทางม้าลายและมีสัญญาณให้รถหยุด ก่อนข้ามควรดูรถทั้งซ้ายและขวา

- ☐ ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ☐ ข. เห็นด้วย
- ☐ ค. ไม่สนใจ
- ☐ ง. ไม่เห็นด้วย
- ☐ จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3. ปกติไฟฟ้ามีอันตรายถึงตายได้ แต่ถ้าไม่มีลือระหว่างตัวเรากับสายไฟ ก็ไม่เป็นไร

- ☐ ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ☐ ข. เห็นด้วย
- ☐ ค. ไม่แน่ใจ
- ☐ ง. ไม่เห็นด้วย
- ☐ จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. ปกติน้ำเดือดที่ 100°C ถ้ามีก้นหกลงให้ดูว่า น้ำเดือดที่ 50°C นักเรียนเชื่อหรือไม่ ?

- ☐ ก. เชื่อมากที่สุด
- ☐ ข. เชื่อมาก
- ☐ ค. เชื่อครึ่งไม่เชื่อครึ่ง
- ☐ ง. เชื่อบ้างเล็กน้อย
- ☐ จ. ไม่เชื่อเลย

5. น้ำประปา เป็นน้ำที่สะอาดถ้าในระยะหนึ่งกรมนามัยประกาศเตือนว่าอย่าดื่ม น้ำประปาจะเป็นอันตราย นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ ?

- ☐ ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ☐ ข. เห็นด้วย
- ☐ ค. ไม่แน่ใจ
- ☐ ง. ไม่เห็นด้วย
- ☐ จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

6. ถ้าครูบอกว่าผีมีจริง ครูเคยถูกผีหลอกมาแล้ว นักเรียนเชื่อหรือไม่ ?

- ☐ ก. ไม่เชื่อเลย
- ☐ ข. เชื่อบ้างเล็กน้อย
- ☐ ค. เชื่อครึ่งไม่เชื่อครึ่ง
- ☐ ง. เชื่อมาก
- ☐ จ. เชื่อมากที่สุด

7. เครื่องรางของขลังจะช่วยป้องกัน
อันตรายในยามคับขันได้ นักเรียน
เห็นด้วยหรือไม่ ?

- ☐ ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐ ข. ไม่เห็นด้วย
☐ ค. ไม่แน่ใจ
☐ ง. เห็นด้วย
☐ จ. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

8. ชีวิตของคนจะดีหรือไม่ ย่อมขึ้นอยู่กับ
กับ "ดวง" ของคนคนนั้น

- ☐ ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐ ข. ไม่เห็นด้วย
☐ ค. ไม่แน่ใจ
☐ ง. เห็นด้วย
☐ จ. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

9. เวทย์มนต์คาถา สามารถรักษาโรคได้
หลอกลวงนัก

- ☐ ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐ ข. ไม่เห็นด้วย
☐ ค. ไม่แน่ใจ
☐ ง. เห็นด้วย
☐ จ. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

10. ถ้านักเรียนทดลองพบว่า น้ำเดือดที่
80°ซ ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำจะเดือดที่
100°ซ อย่างนี้แสดงว่า การทดลอง
ของนักเรียนเชื่อถือไม่ได้

- ☐ ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐ ข. ไม่เห็นด้วย
☐ ค. ไม่แน่ใจ
☐ ง. เห็นด้วย
☐ จ. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ข้อใดเป็นแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ ?
 - ก. ดวงดาว
 - ข. หลอดไฟฟ้า
 - ค. เทียนไข
 - ง. ตะเกียง
2. ถอดไปนี้ข้อใดเกี่ยวข้องกับการสันดาป
เพื่อนของโมเลกุลมากที่สุด ?
 - ก. น้ำแข็ง
 - ข. น้ำเค็ม
 - ค. น้ำเปียกน้ำ
 - ง. น้ำในตู้เย็น
3. เมื่อเราให้ความร้อนแก่ถ่าน ถ่านจะให้
แสงสว่างเมื่อใด ?
 - ก. โมเลกุลสัน
 - ข. มีความร้อนเล็กน้อย
 - ค. มีความร้อนมาก
 - ง. มีอุณหภูมิถึงจุดวาบไฟ
4. เราแบ่งวัตถุตามความสามารถในการ
เปล่งแสงได้กี่ชนิด ?
 - ก. 4 ชนิด
 - ข. 3 ชนิด
 - ค. 2 ชนิด
 - ง. 1 ชนิด
5. อชิตเททรวักฤ หมายถึงวัตถุในข้อใด ?
 - ก. เพชร
 - ข. เทียนไข
 - ค. ตะเกียง
 - ง. ดวงดาว
6. หิ้งห้อยจักอยู่ในจำพวกเดียวกับข้อใด ?
 - ก. ดวงจันทร์
 - ข. ไม้
 - ค. ถ่าน
 - ง. ดวงอาทิตย์
7. ถ้าเราฉายไฟไปยังห้องที่ปิดสนิท การ
เดินทางของแสงไฟจะเป็นอย่างไร ?
 - ก. เดินทางเป็นเส้นตรง
 - ข. เดินทางเป็นเส้นโค้ง
 - ค. เดินทางผ่านวัตถุได้ทุกชนิด
 - ง. เดินทางเป็นแนวเดียวกับฉายตา
8. ถ้าเราอยู่ในห้องมืด เราจะมองเห็น
วัตถุต่างๆในห้องเอง แต่พอเราเปิดไฟ
ให้สว่าง เราจะมองเห็นวัตถุเหล่านั้น
ได้ แสดงว่าเป็นอย่างไร ?
 - ก. ถ้าเราไปชินกับความมืด
 - ข. แสงช่วยให้เรามองเห็นวัตถุได้
 - ค. วัตถุต่างๆไม่เปล่งแสงในที่มืด
 - ง. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

9. วัตถุที่ยอมให้แสงผ่านได้ง่าย และเราสามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อยู่ภายในได้ชัดเจนเรียกว่า

- ก. วัตถุโปร่งแสง
- ข. วัตถุโปร่งแสง
- ค. วัตถุโปร่งแสง
- ง. วัตถุโปร่งใส

10. วัตถุที่ยอมให้แสงผ่านได้มากที่สุดคือข้อใด ?

- ก. หมอก
- ข. กระจกฝ้า
- ค. กระจกใส
- ง. กระจกใส

11. เมื่อนำหนังสือมาวางกันทางเดินของแสงไฟฉายจะเกิดบริเวณที่มีคตรงส่วนใด ?

- ก. ด้านหน้าหนังสือ
- ข. ด้านหลังหนังสือ
- ค. ขอบด้านซ้ายของหนังสือ
- ง. ขอบด้านขวาของหนังสือ

12. จากข้อ 11. บริเวณตามีลักษณะรูปร่างอย่างไร ?

- ก. เหมือนไฟฉาย
- ข. เหมือนหนังสือ
- ค. เหมือนวงกลม
- ง. เหมือนเส้นตรง

13. ทางเดินของแสงมีลักษณะอย่างไร ?

- ก. กระจายออกจากกัน
- ข. รวมกันที่จุดๆหนึ่ง
- ค. ผ่านตัวกลางได้ทุกชนิด
- ง. เป็นเส้นตรงเมื่อผ่านตัวกลางชนิดหนึ่งๆ

14. วัตถุที่นำมากันแสงแล้วทำให้เกิดบริเวณมืดด้านหลัง เป็นวัตถุชนิดใด ?

- ก. วัตถุโปร่งแสง
- ข. วัตถุทึบแสง
- ค. วัตถุโปร่งใส
- ง. ถูกทุกข้อ

15. วัตถุใดดูดกลืนแสงได้มากที่สุด ?

- ก. ไม้
- ข. กระจก
- ค. ผ้า
- ง. กระจกบางๆ

16. เมื่อแสงส่องไปยังวัตถุ จะเกิดปรากฏการณ์ใดขึ้น ?

- ก. การสะท้อนแสง
- ข. การดูดกลืนแสง
- ค. การยอมให้แสงผ่าน
- ง. ถูกทุกข้อ

17. ลำแสงที่บเกิดจากอะไร ?
- การสะท้อนแสงจากกระจกเงา
 - แสงจากดวงอาทิตย์
 - แสงจากกระจกเงา
 - แสงจากดวงไฟฟ้า
18. ถ้าจุดกำเนิดแสงอยู่ไกลจะได้ลำแสงเป็นอย่างไร ?
- ลำแสงเบนห่างออกจากกัน
 - ลำแสงรวมเข้าหากัน
 - ลำแสงสะท้อนกลับไปที่เดิม
 - ลำแสงหักเหกลับกันไป
19. แสงที่ส่องไปกระทบตัวกลาง จะสะท้อนกลับมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร ?
- สีของวัตถุ
 - ลักษณะผิวของวัตถุ
 - มุมที่แสงตกกระทบวัตถุ
 - ถูกหุ้มน้อย
20. เปรียบเทียบระยะภาพในกระจกเงากับระยะวัตถุที่วางหน้ากระจก ?
- วัตถุวางหน้ากระจกบาน
 - วัตถุวางหน้ากระจกเงา
 - วัตถุวางหน้ากระจกบาน
 - วัตถุวางระหว่างกระจก 2 บาน
21. การสะท้อนแสงอย่างเป็นระเบียบเกิดขึ้นกับวัตถุชนิดใด ?
- ก้อนหิน
 - โลหะผิวขรุขระ
 - วัตถุที่มีผิวเรียบ
 - พื้นคอนกรีต
22. นักเรียนเห็นเงาตัวเองในน้ำมีลักษณะเช่นไร ?
- เห็นเงายาวกว่าตัวจริง
 - สีของเงาขาวกว่าตัวจริง
 - เห็นเงามีค่าน้ำหนักตัวเป็นค่าน้ำ
 - รูปร่างของเงาไม่เหมือนตัวจริง
23. ภาพในกระจกเงามีลักษณะเช่นไร ?
- ปริมาตรภาพวิปริต
 - ขนาดเท่าวัตถุ
 - เป็นภาพเสมือน
 - ถูกหุ้มน้อย
24. กระจกเงาระนาบ 2 บาน ทำมุมกัน 45° จะเกิดภาพกี่ภาพ ?
- 6
 - 9
 - 8
 - 7

25. กระจกหน้าต่างกันเท่าไรจึงเกิดภาพ

9 ภาพ ?

ก. 40°

ข. 39°

ค. 36°

ง. 45°

26. วัตถุอันหนึ่งวางอยู่หน้ากระจกเงาซึ่ง
มีความยาวโฟกัส 3 นิ้ว เป็นระยะ
ทาง 12 นิ้ว จากกระจก จงหาระยะ
ภาพ ?

ก. 5 นิ้ว

ข. 3 นิ้ว

ค. 4 นิ้ว

ง. $5/12$ นิ้ว

27. วัตถุอันหนึ่งให้ภาพเสมือนหลังกระจก
ห่างกระจก 36 นิ้ว กระจกมีความ
ยาวโฟกัส 18 นิ้ว จงหาระยะวัตถุ

ก. 36 นิ้ว

ข. $36/5$ นิ้ว

ค. 12 นิ้ว

ง. 5 นิ้ว

28. เมื่อวัตถุอยู่หน้ากระจกเงา 30 ซม.

จะมีขนาดภาพเท่าวัตถุพอดี จงหาความ
ยาวโฟกัสของกระจกนี้ ?

ก. 30 ซม.

ข. 15 ซม.

ค. $2/30$ ซม.

ง. ไม่มีคำตอบถูก

29. กระจกเงาระนาบ 2 บานทำมุมกัน
จะเกิดภาพเป็นอย่างไร ถ้ามุม
ระหว่างกระจกเล็กน้อย ?

ก. เกิดภาพมากขึ้น

ข. เกิดภาพจำนวนเท่ากับมุม

ค. เกิดภาพน้อย

ง. ไม่เกิดภาพเลย

30. เส้นปกติที่จุดศูนย์กลาง

ก. เส้นตั้งฉากกับแสง

ข. แสงหักเหเข้าของแสง

ค. ทำให้เกิดการหักเหของแสง

ง. ตั้งฉากกับผิวตัวกลางตรงจุด
ที่แสงตก

31. แสงไปตกกระทบกระจกชนิดใดจึง
จะทำให้เกิดรังสีปลายบาน ?

ก. กระจกเงา

ข. กระจกนูน

ค. กระจกเงาระนาบ

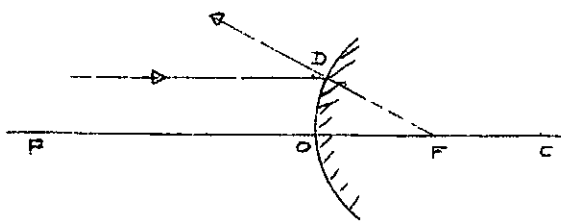
ง. กระจกฝ้า

32. แสงที่เปล่งออกจากเทียนไข เป็น
รังสีชนิดใด ?

- ก. รังสีคืบ
- ข. รังสีขนาน
- ค. รังสีปลายบาน
- ง. ถูกทุกข้อ

จงพิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

ข้อ 33 - 36



33. รัศมีความโค้งของกระจกคือข้อใด ?

- ก. OF
- ข. OC
- ค. DC
- ง. DC และ OC

34. ความยาวโฟกัสคือข้อใด ?

- ก. OF
- ข. OC
- ค. DC
- ง. DF

35. OC มีค่าเท่ากับข้อใด ?

- ก. 2 DF
- ข. 2 DC
- ค. $\frac{PC}{2}$
- ง. 2 OF

36. เส้นแกนพหุสำคัญคือข้อใด ?

- ก. DF
- ข. DC
- ค. PC
- ง. ไม่มีข้อถูก

37. เรานำกฎการสะท้อนของแสงมาใช้
กับข้อใด ?

- ก. กระจกเงาระนาบ
- ข. กระจกนูน
- ค. กระจกเว้า
- ง. ถูกทุกข้อ

38. กระจกเว้าทำให้เกิดภาพชนิดใด ?

- ก. ภาพจริง
- ข. ภาพเสมือน
- ค. ภาพจริงและภาพเสมือน
- ง. ภาพหัวตั้งเหมือนกับวัตถุ

39. ระยะที่เป็นทั้งบวกและลบของกระจก
นูนและกระจกเว้าคือข้อใด ?

- ก. ระยะภาพ
- ข. ความยาวโฟกัส
- ค. ระยะวัตถุ
- ง. รัศมีความโค้งของกระจก

40. เมื่อวางวัตถุทางกระจกนูนให้เท่ากับความยาวโฟกัสของกระจก ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นเช่นไร ?

- ก. โตกว่าวัตถุ
- ข. เท่าวัตถุ
- ค. เล็กกว่าวัตถุ
- ง. ยังสรุปไม่ได้

41. ถ้ารัศมีความโค้งของกระจกเว้าเป็น 8 นิ้ว ความยาวโฟกัสของกระจกมีค่าเท่าไร ?

- ก. 64 นิ้ว
- ข. 16 นิ้ว
- ค. 8 นิ้ว
- ง. 4 นิ้ว

42. ถ้าต้องการใช้กระจกเว้าเป็นกระจกลขยายคือให้เกิดภาพสูงเป็น 2 เท่าของวัตถุ จะต้องจัดระยะให้

- ก. ความยาวโฟกัสเป็น 2 เท่าของส่วนสูงของวัตถุ
- ข. รัศมีความโค้งเป็น 2 เท่าของความยาวโฟกัส
- ค. ระยะภาพเป็น 2 เท่าของระยะวัตถุ
- ง. ระยะวัตถุเป็น 2 เท่าของความยาวโฟกัส

43. กว้างเทียนวางหน้ากระจกเว้าทำให้เกิดภาพขนาดเท่ากับดวงเทียน อยู่ห่างจากกระจก 20 ซม. จงหาระยะทางจากกระจกถึงดวงเทียน

- ก. 50 ซม.
- ข. 40 ซม.
- ค. 30 ซม.
- ง. 20 ซม.

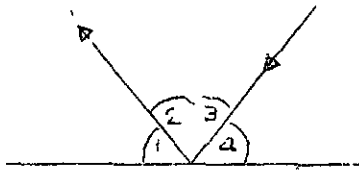
44. กว้างเทียน 32 กำลังเทียนอยู่ห่างจากฉาก 4 เมตรทางด้านหนึ่ง เมื่อวางตะเกียง 8 กำลังเทียน ให้ห่างจากฉากอีกทางด้านหนึ่ง จงหาว่าความเข้มบนฉากเป็นเท่าไร ?

- ก. 1 เมตร-กำลังเทียน
- ข. 2 เมตร-กำลังเทียน
- ค. 3 เมตร-กำลังเทียน
- ง. 4 เมตร-กำลังเทียน

45. จากข้อ 44. ความเข้มบนฉากจะลดลงหรือเพิ่มเท่าไร ถ้าเลื่อนดวงเทียนออกไปอีก 4 เมตร ?

- ก. ลด $3/2$ เมตร-กำลังเทียน
- ข. เพิ่ม $5/2$ เมตร-กำลังเทียน
- ค. ลด $2/3$ เมตร-กำลังเทียน
- ง. เพิ่ม $2/5$ เมตร-กำลังเทียน

46. จากรูป มุมตกกระทบคือข้อใด ?



ก. มุม 1

ข. มุม 2

ค. มุม 3

ง. มุม 4

47. แสงสีใดหักเหมากที่สุด ?

ก. บัว

ข. ฟ้า

ค. เหลือง

ง. แดง

48. การมองเห็นปลาในน้ำใตกว่าความเป็นจริง เพราะเหตุใด ?

ก. แสงจากตัวปลาสะท้อนเข้าตาโดยตรง

ข. น้ำเป็นตัวกลางโปร่งแสง

ค. น้ำช่วยขยายตัวปลา

ง. การหักเหของแสง

49. ถ้าฝนตกในตอนเช้า เราจะเห็นรุ้งกินน้ำทางทิศใด ?

ก. ทิศใต้

ข. ทิศเหนือ

ค. ทิศตะวันออก

ง. ทิศตะวันตก

50. ความเข้มแข็งการส่องสว่างของแสงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับข้อใด ?

ก. กำลังส่องสว่างของดวงไฟ

ข. ระยะทางระหว่างดวงไฟกับฉาก

ค. พื้นที่ที่รับแสง

ง. ถูกทุกข้อ

51. ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของแสงคือข้อใด ?

ก. ช่วยในการถ่ายภาพ

ข. ช่วยในการตรวจ

ค. ช่วยในการโฆษณา

ง. ช่วยในการมองเห็น

52. ข้อใดแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้แสงสว่างรู้จักการจัดแสงให้เหมาะกับงานต่างๆ

ก. การรู้จักใช้สีทาเพดานห้อง

ข. การรู้จักเลือกใช้หลอดไฟฟ้า

ค. รู้จักเลือกตำแหน่งติดตั้งหลอดไฟ

ง. ถูกทุกข้อ

53. การใช้แสงโดยตรงหมายถึงการกระทำในข้อใด ?

ก. การทาสีห้อง

ข. การใช้กระจกฝ้าติดเหนือหน้าต่าง

ค. การใช้แสงจากหลอดไฟอย่างเดียว

ง. การใช้โคมไฟช่วย