

การศึกษา เปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

ปริญญาโท

ของ

วิวัฒน์ วัชรสิทธิ์

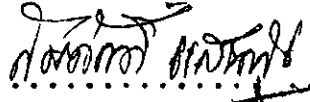
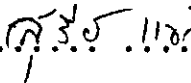
มหาวิทยาลัยราชภัฏ

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้า
ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต

11 มีนาคม 2519

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปัญหานี้พบว่า
เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

..........ประธาน
..........กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ สมศักดิ์ แสนสุข และอาจารย์ สุรีย์
แขวงโสภา ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำ และตรวจแก้ไขจนปริิญาพนธ์
ฉบับนี้สำเร็จมาได้ และขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ระวิพันธ์ โสมนะพันธ์ ที่ได้
กรุณาแนะนำเกี่ยวกับการใช้สถิติในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์ ประเทือง วงศ์เพชรศรี คุณ สมภพ ขอบจิตต์
คุณ สมเกียรติ วิชัยวัฒนา คุณ สมวงศ์ ศักดิ์เสนา และ คุณ สายสุนีย์ เขาวงกัรศิริ
ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยเป็นอย่างดี

วิวัฒน์ วัชรศิริ

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ.....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ขอบเขตของเนื้อหา.....	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2	เอกสาร และการวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
	ผลการวิจัยบางอย่างที่เกี่ยวกับ เครื่องมือสอน	
	และแบบ เรียนโปรแกรมในทาง ประถม 12	
	การวิจัย เกี่ยวกับการสอนโดยวิธีแบบ เรียน	
	โปรแกรมในประเทศไทย..... 14	
3	วิธีดำเนินการ.....	17
	การวางแผน เรียนโปรแกรม..... 17	
	การตรวจสอบแบบทดสอบ..... 18	
	การ เลือกกลุ่มตัวอย่าง..... 19	
	การดำเนินการทดลอง..... 21	
	การทดสอบ..... 22	
	การวิเคราะห์ข้อมูล..... 22	
4	การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการศึกษาค้นคว้า.....	25
	การ เปรียบ เติบโตคะแนนการ ทดสอบครั้งแรก	
	ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 25	
	การ เปรียบ เติบโตคะแนนการ ทดสอบครั้งแรกกับคะแนน	
	การ ทดสอบครั้งหลังของนักเรียนในกลุ่ม เกี่ยวกัน.... 26	

การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งหลัง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	29
การหาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ก่อแบบเรียนโปรแกรม.....	30
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	32
ความมุ่งหมายของการศึกษากนกว.....	32
สมมติฐานในการศึกษากนกว.....	32
วิธีดำเนินการ.....	33
สรุปผลการศึกษากนกว.....	35
อภิปรายผล.....	36
ขอเสนอแนะ.....	38
บรรณานุกรม.....	41
ภาคผนวก	
1 การวิเคราะห์ข้อมูล	
2 แบบเรียนโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง	
3. แบบทดสอบ	

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ.....	20
2	เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียน ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการ เรียนรู้.....	20
3	เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการ เรียนรู้ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	21
4	เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียน ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการ เรียนรู้.....	26
5	เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการ เรียนรู้ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	26
6	เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ ในการ เรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง.....	27
7	เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ ในการ เรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม.....	27
8	เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จากการ ทดสอบครั้งแรกกับการ ทดสอบครั้ง หลังของนักเรียน ในกลุ่มทดลอง.....	28
9	เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จากการ ทดสอบครั้งแรกกับการ ทดสอบครั้ง หลังของนักเรียน ในกลุ่มควบคุม.....	28
10	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนของนักเรียน ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการ เรียนรู้.....	29
11	เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการ เรียนรู้.....	29
12	ทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่นำเอาแนว เรียนไปร่นกรรม	30

ในปัจจุบันการจัดการศึกษาต้องประสบกับปัญหาต่างๆ อย่างมาก เช่น ปัญหาการเพิ่มของประชากรอย่างรวดเร็ว จำนวนครูไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่เพิ่มมากขึ้น สถานที่เรียนเพิ่มขึ้นไม่พอกับจำนวนนักเรียน งบประมาณการศึกษา มีจำนวนจำกัด ขาดแคลนตำราเรียน อุปกรณ์การเรียนการสอน ตลอดจนความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทางวิทยาการด้านต่างๆ (Hartley, 1972:1) ดังนั้นนักการศึกษาจึงได้พยายามหาหนทางในการแก้ปัญหา โดยคิดค้นวิธีการในการแก้ปัญหาดังกล่าวขึ้นหลายอย่าง ซึ่งได้แก่เทคโนโลยีทางการศึกษาต่างๆ เช่น การสอนแบบหมู่ (Team Teaching) การใช้วิทยุโทรทัศน์เพื่อการศึกษา (Educational Radio and Television) การใช้ห้องฝึกทางภาษา (Language Lab) การใช้แบบเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) และการใช้เครื่องสอน (Teaching Machine) อื่นๆ ให้นักเรียนได้ศึกษา โดยเฉพาะแบบเรียนโปรแกรมเป็นสิ่งที่เพิ่มความสนใจอย่างหนึ่ง

แบบเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) หรืออาจเรียกรวมเรียกต่างๆ กันเช่น teaching machine, programmed learning, programmed instruction, automatic instruction, programmed material, programmed textbook อีกต่างๆ เหล่านี้ ประทีป สยามชัย (ประทีป สยามชัย, 2510:222-223) กล่าวว่าทางมีลักษณะคล้ายกันคือ

1. เป็นแบบเรียนที่ทำไว้สำเร็จรูป อาจจะถูกออกมาในรูปของเครื่องสอน หรือหนังสือก็ตาม นักเรียนจะท่องอ่านคำสั่งในเครื่องสอนหรือหนังสือนั้น แล้วทำไปตามความสามารถของตนเอง จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสติปัญญาและความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

2. นักเรียนต้องแสดงอาการตอบสนอง หมายความว่า

3. ทราบค่าคงที่ใดทันทีเมื่อตอบไปแล้ว และทราบว่าถูกหรือผิด หมายความว่านักเรียนไม่มีโอกาสทำผิดซ้ำอีก. ทำให้นักเรียนเรียนรู้ความสามารถของตนเอง และเวลาที่ตอบผิดก็ไม่มีการมาล่อเลียน

4. การเรียนรู้เป็นแบบใหญ่เรียนตอบสอง หรือแสดงพฤติกรรมออกมาให้สังเกตเห็นได้

การสอนแบบโปรแกรมเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการขาดแคลนครู โดยช่วยลดภาระการสอนของครูลงบ้าง กล่าวคือแทนที่ครูจะต้องสอนตลอดเวลา ก็เพียงเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแนะนำ และยังช่วยสอนนักเรียนได้คราวละหลายๆ โดยไม่ต้องเพิ่มจำนวนครู นอกจากนั้น สมิธ (Smith, 1962: v) กล่าวว่า การสอนแบบโปรแกรมนับเป็นเทคนิคใหม่ทางการศึกษา อันเป็นความพยายามของนักการศึกษาที่จะพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนให้ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และกำลังมีบทบาทในวงการศึกษายุคปัจจุบัน

การเรียนการสอนในปัจจุบันอัตราส่วนของครูต่อจำนวนนักเรียน ใช้ครูหนึ่งคนต่อจำนวนนักเรียนประมาณ 30 คน การที่จะสอนนักเรียนเป็นรายบุคคลนั้น ย่อมเป็นไปได้ และนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถ มีความถนัดความไม่เหมือนกัน ไม่สามารถเรียนรูปแบบเรียนหนึ่งๆ ได้พร้อมกัน ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) เด็กบางคนเรียนรู้ได้ทันทีหลังจากที่ครูอธิบายครั้งแรก แต่อาจอธิบายซ้ำสำหรับเด็กอื่น เด็กพวกนี้จะเบื่อ และไม่อธิบายซ้ำ เด็กที่ตามไม่ทันก็จะมีปัญหา การสอนแบบโปรแกรมสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ เพราะการสอนแบบโปรแกรมเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง เป็นส่วนใหญ่ โดยโปรแกรมจะจัดประสบการณ์และกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคนได้ทำเพื่อให้เกิดความรู้ นักเรียนแต่ละคนจะเรียนได้เร็ว ช้าตามความสามารถของตน และจัดว่าเป็นสื่อความหมาย 2 ทาง (two-way communication Systems) (Hartley, 1972: 12) ก็คือการติดต่อโดยตรงระหว่างสื่อความหมายของผู้รับ จึงทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน และมีส่วนร่วมในการเรียนตลอดเวลา

จากปัญหาทางการศึกษาต่างๆ ดังกล่าว แบบเรียนโปรแกรมนับว่าเป็นสิ่ง
 ที่นำไปให้ความสนใจมากในขณะนี้ ดังที่ วิจิตร ศรีสอาน (วิจิตร ศรีสอาน, 2516:104)
 กล่าวว่า ในบรรดาวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน เครื่องสอนและแบบ
 เรียนโปรแกรมนับว่าเป็นของใหม่ที่น่าสนใจ และอาจนำมาใช้ในประเทศไทยมากที่สุด
 สักประเภทหนึ่ง ถึงแม้ว่าแบบเรียนโปรแกรมจะใช้อยู่กับปัญหาต่างๆ ไม่ได้ทั้งหมด
 เราก็ควรที่จะได้ให้ความสนใจ ดังที่ ฟราย (Fry , 1963:7) กล่าวว่าแบบเรียน
 โปรแกรมไม่ใช่เครื่องแก้ปัญหามากมาย โดนคร แต่เป็นสิ่งสำคัญที่นักการศึกษาควร
 จะใคร่สังเกตถึง

ในวงการศึกษไทยได้เริ่มมีการไหวตัว เกี่ยวกับแบบเรียนโปรแกรม โดย
 มีผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแบบเรียนโปรแกรมและเครื่องสอนเผยแพร่ไว้อย่างหลายแห่ง
 ตั้งแต่ปี 2506 จนถึงปัจจุบัน เช่น สมพงษ์ ศิริเจริญ ประทีป สยามชัย วิจิตร
 ศรีสอาน เปรี๊ยะ กุญท์ และคนอื่นๆ แบบเรียนโปรแกรมนี้ สภา รุณงคกุล
 (สภา รุณงคกุล, 2515:162) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คือแบบเรียนที่ได้ออก
 เป็นส่วนย่อยๆ สั้นๆ เรียกว่า กรอบ (Frames) แต่ละกรอบบรรจุคำอธิบายและคำ
 ถามต่อเนื่องกันไป เริ่มจากคำที่ง่ายและยากขึ้นตามลำดับ กรอบเหล่านี้
 เป็นวิธีชักนำให้เด็กได้เรียนรู้เนื้อหาของบทเรียนนั้น คำตอบพวกนี้จะเป็นการเติม
 คำลงในช่องว่าง เป็นการตอบว่าถูกหรือผิด หรือเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple
 Choice) คำถามเหล่านี้มีไว้เพื่อสอนเด็ก จุดมุ่งหมายของโปรแกรมคือการ
 ให้เด็กตอบคำถามถูก เพื่อว่าเด็กจะได้เรียนรู้จากคำถามนั้น ดังนั้นคำถามแต่ละ
 ข้อจะต้องเป็นคำถามที่สั้นและง่าย เด็กควรจะสามารถตอบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน
 บทก่อนได้ถูกต้องแม่นยำแล้ว ก่อนที่จะอ่านคำอธิบายในเรื่องต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พัฒนอุปกรณ์อย่าง
 ง่าย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
 พัฒนอุปกรณ์อย่างง่าย ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอน

ตามปรกติ

3. เพื่อศึกษา เปรียบ เที่ยบผลการ เปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบ เรียนโปรแกรมกับการสอนตามปรกติ

4. เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ถือแบบ เรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้

สมมติฐานในการศึกษาก่อนว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพัฒนาการอย่างง่าย ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมหลังการ เรียนรู้
2. ผลการทดลองวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมหลังการ เรียนรู้
3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ถือแบบ เรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้

ความสำคัญของการศึกษาก่อนว่า

1. เป็นการ เสนอแนะการ สร้างแบบ เรียนโปรแกรม และการสอนโดยใช้แบบ เรียนโปรแกรมในการสอนทั่วไป
 2. เป็นแนวทางที่ครูวิทยาศาสตร์จะได้ศึกษา และทดลองสร้างแบบ เรียนโปรแกรมที่มีคุณภาพขึ้นใจ เอง
 3. เป็นแนวทางที่จะแก้ปัญหาการ ขาดแคลนครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยอาศัยแบบ เรียนโปรแกรม เขาช่วย เหลือ
 4. เป็นแนวทางที่จะใช้แบบ เรียนโปรแกรมในการจัดการศึกษาในระบบ โรงเรียน อันเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยยกระดับการศึกษาของประชากรในชาติให้สูงขึ้น
 5. เป็นการ เสริมสร้างแนวคิดในการ ปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ ของครู
- ขอทดลอง เบื้องต้น

ในการศึกษารั้งนี้ถือว่าอยู่บนรากฐาน หน้าที่ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการเรียนเท่าๆ กัน
 2. แบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีความสมบูรณ์ในเนื้อหาในหน่วยที่สอน
- ความหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2503
3. นักเรียนมีความเข้าใจในการที่จะใช้ความสามารถของตน ในการเรียน จากแบบเรียนโปรแกรม

ขอบเขตของการศึกษาก่อนกว่า

1. กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุญวัฒนา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 2 ห้องเรียน ละ 30 คนโดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 30 คน เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุม 30 คน เรียนจากการสอนตามปกติ
2. การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2518 โดยใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง
3. แบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการทดลองครั้งนี้เท่านั้น
4. ผู้วิจัยหาหน้าที่ควบคุมและสอนกลุ่มทดลองด้วยตนเอง โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมให้ครูวิทยาศาสตร์ที่สอนประจำควบคุมและดำเนินการสอนเอง โดยใช้เนื้อหาเดียวกันและจำนวนชั่วโมงสอนเท่ากัน

กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบเรียนโปรแกรม หมายถึงแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการทดลองครั้งนี้เท่านั้น
2. นักเรียน หมายถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบุญวัฒนา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2518 ซึ่งแยกเป็น

2.1 กลุ่มทดลอง 30 คน เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม

2.2 กลุ่มควบคุม 30 คน เรียนจากการสอนตามปกติ

3. ครู หมายถึงผู้วิจัยที่ทำการสอนกลุ่มทดลอง และครูวิทยาศาสตร์ที่ทำการสอนกลุ่มควบคุม

4. การสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม หมายถึงการที่ผู้วิจัยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนจากแบบเรียนโปรแกรม

5. สอนตามปกติ หมายถึงการสอนของครูวิทยาศาสตร์ต่อกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้แบบเรียนโปรแกรม ส่วนอุปกรณ์อย่างอื่นใช้ตามความเหมาะสม โดยปกติใช้วิธีบรรยาย สาธิต หรืออภิปราย

6. คะแนนความรู้อิงพื้นฐาน หมายถึงคะแนนจากการทดสอบก่อนการทดลองโดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

7. คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน หมายถึงคะแนนจากการทดสอบทันทีหลังจากทดลองสอน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม

8. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) ของนักเรียน หมายถึงนักเรียนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ (จิตกร รักษ์ หล่อแสง, 2514:37-38)

8.1 ยากูร่อยากเห็นในสิ่งแปลกๆ

8.2 เชื่อว่าผลต่างๆ จะเกิดขึ้นได้ เพราะเหตุ

8.3 เป็นคนที่ยอมรับฟังความจริง หมดๆ

8.4 ใจกว้างคิดอย่างมีเหตุผล

8.5 ไม่เชื่อในโชคลาง หรือคำทำนายที่ไม่เป็นเหตุ

8.6 พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่ๆ

8.7 พร้อมที่จะยอมรับความจริง แม้เป็นการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้

8.8 ยอมรับนับถือในความคิดของตนเอง

8.9 เป็นผู้ที่ตรง อุดมคติ รวดเร็ว และละเอียดละออ

9. คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงคะแนนที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบเกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

10. ทัศนคติต่อแบบเรียนโปรแกรม หมายถึงการชอบ หรือไม่ชอบ แบบเรียน
โดยใช่แบบเรียนโปรแกรม ทดสอบโดยใช่แบบเรียนตามหลังการเรียนรู

บทที่ 2

เอกสาร และการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นักการศึกษาบางคนกล่าวว่าแบบเรียนโปรแกรมได้เริ่มก่อตัวมาตั้งแต่สมัยโสกราตีส (Socrates) ปรัชญาเมธีชาวกรีก ซึ่งได้ใช้วิธีการนี้สอนลูกหลานให้เข้าใจทฤษฎีเรขาคณิตแบบ Pythagorean มาแล้ว โดยใช้ไดอะแกรม (diagram) ง่ายๆ สอนไปที่ละขั้น จนในที่สุดก็สามารถเข้าใจหลักใหญ่ใจความได้สำเร็จ พฤติการณ์นี้แสดงให้เห็นถึงจุดเริ่มต้นของการใช้แบบเรียนโปรแกรม (ประทีป สยาชัย, 2510:223)

ต่อมาได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายคน เช่น Pawlov , Thorndike ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ ซึ่งนับว่าเป็พื้นฐานของการเรียนการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม หลังจากนั้นมาแบบเรียนโปรแกรมก็ได้พัฒนาขึ้นตามลำดับ (เคื่อนใจ ทองสำริต, 2515: 16-17) คือในปี ค.ศ. 1866 Halcyon Skinner ได้สร้างเครื่องมือเพื่อช่วยในการออกเสียง (Spelling machine) ขึ้นเป็นครั้งแรกและได้จดทะเบียนลิขสิทธิ์ไว้ ในปี ค.ศ. 1873 Jevons ได้สร้าง Logic machine ขึ้นใช้สอนนักเรียนในวิชา Logic ในปี ค.ศ. 1915 Ordahl ได้สร้าง Simple teaching machine ขึ้นใช้สอนนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำโดยฝึกทักษะทางประสาทของเด็ก และก่อนปี ค.ศ. 1920 เล็กน้อยศาสตราจารย์เพรสซี่ (Sydney L. Pressey) แห่งมหาวิทยาลัย โอไฮโอ (Ohio State University) สหรัฐอเมริกา ได้สร้างเครื่องสอน (Teaching machine) และได้เขียนบทความเกี่ยวกับเครื่องสอนของเขาลงในวารสารชื่อ School and Society ในปี ค.ศ. 1926 ควย (Fry , 1963:17) แต่เครื่องสอนของเพรสซี่ไม่เหมือนกับเครื่องสอนในปัจจุบัน ก็คล้ายกับเครื่องมือสำหรับใช้ทดสอบนักเรียน ซึ่งสามารถตรวจคำตอบและให้คะแนนได้ เนื่องจากในสมัยนั้นคนทั่วไปยังไม่เห็นความสำคัญ จึงทำให้เครื่องสอนไม่พัฒนาไปเท่าที่ควร (Samuel and Epstein, 1961:35) หลังจากนั้นมาราว 30 ปี นักจิตวิทยาได้ค้นพบทฤษฎีการเรียนรู้ใหม่ๆ เช่น สกินเนอร์ (Burrhus F. Skinner) แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Harvard University) ได้นำทฤษฎีการเรียนรู้ของเขาที่ค้นพบมาทดลองใช้กับเครื่องสอน

ที่เขาประดิษฐ์ขึ้น ทำให้เกิดหลักการ เขียนโปรแกรมแบบที่ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง และได้มีการประดิษฐ์เครื่องสอนแบบใหม่ขึ้น หลังจากที่เขาได้เขียนบทความชื่อ

"The Science of Learning and the Art of Teaching" ลงในวารสาร Harvard Education Review ในปี ค.ศ. 1954 (Smith, 1962: V)

ทำให้การสอนแบบโปรแกรมได้รับความนิยมแพร่หลายมากขึ้น เครื่องสอนของ สกีนเนอร์ได้พัฒนาไปสู่แบบต่างๆ ที่ซับซ้อนมากขึ้น มีหลักการ เขียนโปรแกรมแบบใหม่ๆ รวมทั้งมีการนำเสนอโปรแกรมในรูปแบบของแบบเรียน (Programmed texts) มีการนำแบบเรียนโปรแกรมไปใช้ทั้งในสถานการศึกษา และในสถานที่อื่นๆ มากมาย (Leith, 1966: 135) และในปัจจุบันแบบเรียนโปรแกรมมีบทบาทแพร่หลายอยู่โดยทั่วไป เช่นในสถานการศึกษา การฝึกหัดบุคลากรในวงการอุตสาหกรรม ธุรกิจ และในกองทัพ

หลังปี ค.ศ. 1959 เป็นต้นมา นักการศึกษาสนใจใช้แบบเรียนโปรแกรม ในการเรียนการสอนมากขึ้น (เค็นจิ ทองสำริต, 2515: 20) โดย Homme และ Glasser ได้นำโปรแกรมของเครื่องสอนมาทำเป็นรูปเล่มของหนังสือเรียกว่า Programmed Textbook เป็นครั้งแรกที่มหาวิทยาลัย พิตส์เบิร์ก และหลังจากนั้น มาได้มีการวิจัยเกี่ยวกับแบบเรียนโปรแกรมอย่างกว้างขวาง เช่น National Center for Programmed Learning มหาวิทยาลัยเพอร์ริงแฮม Association for Programmed Learning ในลอนดอน Center for Programmed Instruction ที่มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย เป็นต้น

ฟราย (Fry, 1963: 2) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสอนแบบโปรแกรมไว้ดังนี้

1. แยกเนื้อหาออกเป็นหน่วยเล็กๆ เรียกว่ากรอบ (Frames) ซึ่งกรอบเหล่านี้มีขนาดแตกต่างกันไป ตั้งแต่หนึ่งประโยค จนถึงตอน (Paragraph)
2. ภายในแต่ละกรอบจะต้องมีการตอบสนอง (Response) เช่นตอบคำถาม หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา

3. นักเรียนได้รับการเสริมแรงแบบตอบกลับทันที (Immediate Feedback Reinforcement) คือจะได้อรรถาธิบายทันที ซึ่งถ้าเขาตอบถูกก็จะเป็นการให้รางวัล หรือเป็นการเสริมแรง แต่ถาตอบผิดก็จะเป็นการแก้ความเข้าใจที่ผิดได้ทันที

4. หน่วยต่างๆ ได้ถูกจัดเรียงลำดับต่อเนื่องกันไป เนื่องจากเนื้อหาได้ถูกแบ่งออกเป็นหน่วยเล็กๆ ผู้เขียนโปรแกรมจึงต้องถกกันอย่างระมัดระวังเกี่ยวกับลำดับขั้นของการเรียนรู้ ผลก็คือทำให้ลำดับขั้นของการนำเสนออย่างถาวร เข้าใจยิ่งขึ้น

5. โปรแกรมฝึกนักเรียนเป็นศูนย์กลาง คือโปรแกรมแต่ละเรื่องที่เขาเขียนขึ้นจะต้องนำไปทดลองกับนักเรียนจำนวนหนึ่ง เพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงส่วนที่เป็นปัญหา รวมทั้งเชื่อมั่นว่าข้อเสนอแนะนักเรียนโดยตลอดจนมุ่งหมายผลจริงนำออกไปใช้

6. โดยปรกตินักเรียนมีอิสระที่จะเรียนไปตามอัตราเร็วในการเรียนของตัวเอง ไม่ขึ้นกับคนอื่น

สุภา ภูงคกุล(สุภา ภูงคกุล, 2515:162) กล่าวว่าแบบเรียนโปรแกรมมีหลักใหญ่ 3 ประการ คือ

1. อธิบายบทเรียน และให้นักเรียนควบคุมความเกี่ยวกับบทเรียนนั้นหลายๆ ข้อ

2. มีวิธีทำให้นักเรียนทราบคำตอบใดที่ผิดว่าคำตอบของตน ถูกหรือผิด

3. ให้นักเรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเอง และเวลาสำหรับบทเรียนหนึ่งๆ ขึ้นอยู่กับสติปัญญาและความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

ก็ถเมื่อนักเรียนอ่านข้อความแล้วจะมีคำตอบใดเลือก เมื่อตอบแล้วก็เปิดดูคำตอบที่ถูกซ่อนไว้ ถานักเรียนตอบถูกก็หาข้อต่อไป ถาทำผิดก็เลือกคำตอบใหม่นักเรียนเป็นผู้เรียนจากแบบเรียนโดยตรง ครูเ็นแต่เพียงผู้ให้ความช่วยเหลือแนะนำเท่านั้น

เชรม (Schramm , 1962:2) ได้สรุปลักษณะของวิธีสอนแบบโปรแกรมโดยอธิบายโปรแกรมของสกินเนอร์ว่า

1. เป็นข้อความบรรยาย ซึ่งเรียงลำดับไว้สำหรับเป็นสิ่งแวดล้อมสนใจ
2. ผู้เรียนตอบข้อความตามวิธีที่กำหนดให้

3. การตอบสนองของนักเรียนจะได้รับการเสริมแรงโดยการให้ทราบผลทันที

4. ผู้เรียนค่อยๆ เรียนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทีละขั้น
5. ผู้เรียนตอบช้อยๆ ได้ถูกเป็นส่วนมาก
6. ผู้เรียนจะก้าวจากสิ่งที่รู้แล้ว ไปสู่ความรู้ใหม่ที่โปรแกรมเตรียมไว้ให้
ประทีป สยามชัย (ประทีป สยามชัย, 2510 : 226) ได้สรุปประโยชน์ที่ได้จากแบบเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเอง และดำเนินไปตามอัตราความสามารถของตน ซึ่งเท่ากับนักเรียนมีโอกาสเรียนรู้กับครูตัวต่อตัว ทำให้เกิดความชำนาญเร็วขึ้น
2. ช่วยแบ่งเบาภาระในการสอนข้อเท็จจริงต่างๆ ทำให้ครูมีเวลาในการเตรียมบทเรียนที่เป็นไปในทางสร้างสรรค์ และก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น
3. นักเรียนเรียนด้วยตนเองในเวลาที่เหมาะสมไม่มีใครเยาะเย้ย และสามารถแก้ความเข้าใจที่ผิดของตนได้ทันที ไม่คงปล่อยทิ้งไว้
4. สามารถสนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี เด็กเรียนเร็วก็ก้าวหน้าเร็ว เด็กเรียนช้าก็ก้าวหน้าช้า ไม่จำเป็นต้องเรียนปนพรอมกัน
5. เป็นการแก้วิธีการให้การศึกษาในปัจจุบันที่นิยมทำงานเป็นกลุ่ม และสนใจในเนื้อหาวิชาจนเกินไป
6. อาจเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้ โดยครูคนหนึ่งอาจควบคุมนักเรียนให้เรียนโดยแบบเรียนโปรแกรมได้คราวละหลายสิบคน

ชนิดของแบบเรียนโปรแกรม

แบบเรียนโปรแกรมที่ใช้อยู่โดยทั่วไปแบ่งออก เป็น 2 ชนิดคือ (เตือนใจทองสวัสดิ์, 2515 : 7-9)

1. แบบเรียนโปรแกรมชนิดนำมาใช้กับเครื่องสอน (Teaching Machine Programs)

2. แบบเรียนโปรแกรมชนิดที่นำมาให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเองโดยไปค้น
มีเครื่องช่วย และมีรูปลักษณะ เป็นแบบเรียนหรือหนังสือ (Programmed Textbook)

แบบเรียนโปรแกรมทั้งสองชนิดแบ่งตามเทคนิคการเขียนโปรแกรมได้

2 แบบคือ

1. แบบเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Programme)

วิธีนี้ให้จัดให้ผู้เรียนได้อ่านข้อความเกี่ยวกับ ลำดับเดียวกัน และตอบคำถามเพื่อบิน
กัน ส่วนมากมักให้ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง (Constructed - response)

2. แบบเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching Programme)

วิธีนี้เป็นการลำดับข้อความ ซึ่งขึ้นอยู่กับคำตอบที่ผู้เรียนเลือกตอบ คำตอบแต่ละข้อ
โปรแกรมได้จัดไว้ให้เลือกตอบ (Multiple - Choice) ตามเนื้อหาของบทเรียน

ผลการวิจัยบางอย่างที่เกี่ยวกับ เครื่องสอนและแบบเรียนโปรแกรมในต่างประเทศ

เดสซาร์ท (Dessart , 1966 : 53-57) ในปี ค.ศ. 1963 ได้ทำการวิจัย
เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ด้วยแบบเรียนโปรแกรมเรื่อง " A Study Programmed
Learning with Superior Eighth Grade Students เพื่อศึกษานัก
เรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จะได้รับความรู้แตกต่างกันหรือไม่
โดยใช้วิธีสอนที่แตกต่างกัน 7 แบบ เป็นการสอนด้วยแบบเรียนโปรแกรมเสีย
6 แบบ และใช้ครูสอนอีกหนึ่งแบบ ผลการทดลองปรากฏว่า การสอนทั้ง 7 แบบ
ได้ผลไม่แตกต่างกันมากนัก แต่การสอนโดยใช้ครูเสียเวลามากกว่า และใบกรณีที่
ที่ครูจะช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายบุคคลทำได้ยาก

แรนดอล์ฟ (Paul H. Randolph , 1965 : 449) ในปี ค.ศ. 1964
ได้ทำการวิจัยเพื่อทดสอบผลของการใช้แบบเรียนโปรแกรมที่ผลิตขายในท้องตลาด
วิชาทฤษฎีเซต (Sets) ทฤษฎีความสัมพันธ์ (Relations) และฟังก์ชัน
(Functions) โดยทดลองใจกับนักเรียนเกรดที่ 8 หลังจากทำการทดลองแล้ว
ได้เปรียบเทียบผลการทดลองครั้งแรกและครั้งหลัง ปรากฏว่าได้ผลสูงขึ้นกว่าเดิม

มีโดว์กรอฟท์ (B.A. Meadowcroft , 1967 : 168) ในปี ค.ศ. 1965
ได้ทำการวิจัยเรื่อง " Comparison of Two Method of Using Programmed

Learning " กับนักเรียนเกรดที่ 7 ของโรงเรียน Wilkinsburg Junior High School มลรัฐเพนซิลวาเนีย คิดต่อกันเป็นเวลา 1 ปี โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนเป็นเวลา 70 % ของเวลาทั้งหมด ที่เหลือใช้ครูสอนตามปกติ และอีกวิธีหนึ่งใช้การสอนตลอดไ้แบบเรียนโปรแกรมเป็นการบ้าน ปรากฏว่าวิธีแรกได้ผลดีกว่าวิธีที่ 2 คือ พวกที่มีความสามารถระดับปานกลาง และพวกที่เรียนช้าได้คะแนนเฉลี่ยดีกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีที่ 2

การเพนเทอร์และเฟลล์เมอร์ (C.R. Carpenter and H.T. Fellmer, 1967:192-193) ได้ทำการวิจัย เปรียบเทียบผลการ เรียนด้วยเครื่องสอนกับแบบเรียนโปรแกรม ในวิชาพีชคณิตกับนักเรียนเกรดที่ 9 ใช้เวลาสอนคิดต่อกัน 6 สัปดาห์ ทั้งสองกลุ่มเรียนในเนื้อหาเดียวกัน หลังการทดลองปรากฏว่าทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เกรฟซิงเกอร์ (Gavin Greatsinger , 1968:87-90) ได้ทำการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบความสำเร็จในการเรียนเลขเศษส่วน โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ หลังการทดลองปรากฏว่า ผลการเรียนทั้งสองแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมประหยัดเวลามากกว่า

มอริเบอร์ (Moriber , 1969:214-216) ได้ทำการวิจัย เปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและพันธะเคมี โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ทั้งสองกลุ่มสอนในเนื้อหาเดียวกันเป็นเวลา 3 สัปดาห์ หลังการทดลองปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไวท์ (White , 1970:3373- A) ได้ศึกษาการใช้แบบเรียนโปรแกรม โดยตั้งหัวข้อการวิจัยว่า " การใช้แบบเรียนโปรแกรมเพื่อปรับปรุงการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย " เขาเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก (Ed.D) ที่มหาวิทยาลัยยูทาห์ เมื่อปี ค.ศ. 1969 โดยงานนี้ศึกษาที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ออกมาตั้งแต่อยู่ชั้นมัธยมออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม

แกรม และกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ทั้งสองกลุ่มพบทวนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องเดียวกัน หลังการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถทางคำนวณสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทางด้านการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สตรีกแลนค์ (Strickland, 1971:2510- A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ในวิชาชีววิทยาทั่วไปที่มหาวิทยาลัย Southern Mississippi พบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของผู้ที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมสูงกว่าผู้ที่เรียนจากการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมในประเทศไทย

อุดม บุ่งเกษม (อุดม บุ่งเกษม, 2515:47) ได้ทดลองสอนภาษาอังกฤษในระดับประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้เครื่องสอนภาษาเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ ปรากฏว่าทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการเรียนภาษาอังกฤษไม่แตกต่างกัน แต่จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า เมื่อใช้เครื่องสอนนักเรียนมีความกระตือรือร้น และอยู่ในระดับที่กว่าสอนตามปกติ และใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่า

นิกร วรวิทย์ (นิกร วรวิทย์, 2515:13) ได้วิจัยเกี่ยวกับการทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนการสะกดคำภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรมแบบบอกาคำตอบทันที กับกลุ่มที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรมแบบบอกาคำตอบช้า ผลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปรีชา คุณวัลลี (ปรีชา คุณวัลลี, 2515:25) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ในเนื้อหาความร้อน แสง และเสียง หลังการทดลองปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วรรณ เวียงพะวงษ์ (วรรณ เวียงพะวงษ์, 2515:40) ได้ทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมวิชาเลขคณิต สอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เปรียบเทียบ

กับการสอนตามปกติ หลังการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนของนักเรียน ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผู้วิจัยพบว่า เมื่อสอนโดยใช้แบบ เรียนโปรแกรมจะทำให้นักเรียนมีเวลาว่างสำหรับทำกิจกรรมอื่น และถ่ายทอดการ ความรู้ขึ้น

บรรชา รัตนชัย(บรรชา รัตนชัย, 2516:38) ได้ศึกษาการร่างและใช้ แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีเรื่อง สารและพลังงาน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เปรียบ เติ้มกับการสอนตามปกติ หลังการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นิรันดร์ แนนจิค(นิรันดร์ แนนจิค, 2518:30) ได้ทดลองใช้แบบ เรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เปรียบ เติ้มกับการสอนตาม ปกติ หลังการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งสองกลุ่มสูงขึ้นกว่า เดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประทีป สยามชัย(ประทีป สยามชัย, 2510 :226-228) ได้สรุปผลการ วิจัย เกี่ยวกับแบบ เรียนโปรแกรมและ เครื่องสอนไว้ดังนี้ คือ

1. เครื่องสอนและแบบ เรียนโปรแกรม ช้สอนได้ผล
2. แบบ เรียนโปรแกรมใช้ได้ทุกวิชา และใช้ได้เหมาะสมกับผู้เรียนทุกระดับ

คุณระศิภาวามร

3. สามารถทำให้นักเรียน เรียนได้เร็วกว่าการสอนตามปกติ
4. การสร้างแบบ เรียนโปรแกรมทำให้เกิดการวิจัยกันทั่ว และปรับปรุง หลักสูตรใดใหม่ ซึ่งอาจทำให้มีการปรับปรุงวิธีการสอน และ เนื้อหาวิชาอีกมาก
5. สามารถทำให้ทราบว่าการสอนเองหา ้ไป ังอย่างไร โดยใจ เครื่อง สอนและแบบ เรียนโปรแกรม เป็นสิ่ง เปรียบ เติ้ม

6. ครูที่สอนที่ใช้แบบ เรียนโปรแกรมได้ผลมากกว่าครูที่สอนไม่ใช้ ส่วนข้อเสียของแบบ เรียนโปรแกรมได้แก่

1. นักเรียนไม่คอยสนใจ เมื่อที่ระ ้อ ทั่ว ันมาก แต่ก็มีเฉพาะ

นักเรียนบางคนเท่านั้น

2. แบบเรียนโปรแกรมไม่ส่งเสริมให้มีอารมณ์ เติบโต สร้างสรรค์ เพราะ
ทำไปตามหัวข้อที่ได้เรียบเรียงไว้แล้ว

3. เด็กขาดทักษะในการเขียนหนังสือ เพราะเด็กเขียนเฉพาะคำตอบ
เป็นบางคำเท่านั้น

4. เด็กขาดสังเกตคิดใคร่ครวญสิ่งกันและกัน เพราะต้องทำตัวเองเหมือนเครื่อง
จักรกล

5. เด็กเรียนไวกวดยุติธรรมแต่สับสน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าแบบเรียนโปรแกรมมีผลต่อการเรียนการสอน
น้อย ดังนั้นจึงควรได้มีการแสวงหาวิธีการในการสร้างแบบเรียนโปรแกรม
และส่งเสริมให้มีการวิจัย กันกว่า ทดลอง แลกเปลี่ยนให้เป็นที่ประจักษ์ในการ
จัดการศึกษาของชาติต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

เพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ได้ออกไว้ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. การสร้างแบบเรียนโปรแกรม

ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พัฒนอุปกรณ์อย่างง่าย ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2503 มาสร้างเป็นแบบเรียนโปรแกรมสำหรับการทดลองครั้งนี้

เมื่อเลือกเนื้อหาใจแล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษากันว่าเกี่ยวกับแบบเรียนโปรแกรม ตลอดจนเทคนิคในการสร้าง และได้อ่านเนื้อหาวิชาอย่างละเอียด จากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

(กรมวิชาการ, 2511:205-230) ของประจักษ์ อักษรบำรุง (ประจักษ์ อักษรบำรุง, 2512:332-389) ของชวลี ชัยนิวัฒน์ (ชวลี ชัยนิวัฒน์, 2516:220-256) และของประยงค์ พงษ์ทอง เจริญ (ประยงค์ พงษ์ทอง เจริญ, 2509:187-237)

แล้วทำ Task Analysis โดยตั้งจุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objective)

จุดมุ่งหมายเฉพาะ (Specific Objective) และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

(Specific Objective in Term of Learner's Behavior) เสร็จแล้ว

ทำ Test Item แล้วจึงร่างและเขียนกรอบปัญหาของแบบเรียนโปรแกรมไปตาม

ลำดับ โดยให้ออกทดลองกับจุดมุ่งหมายต่างๆ ที่ได้ตั้งไว้ โดยยึดหลักเกณฑ์การเขียนแบบเรียนโปรแกรมที่ดีของ อุดม บงกษม (อุดม บงกษม, 2513:25) ดังนี้คือ

1. ให้นักเรียนตอบแรกได้ถูกต้อง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียน
2. ให้นักเรียน เรียนรู้ไปตามลำดับที่วางง่ายไปหายาก
3. ให้นักเรียนตอบได้ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่ และฝึกไม่เกินร้อยละ 5

ก่อนที่จะนำแบบเรียนโปรแกรมไปทดลองใช้จริง ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนกรรบุรี อำเภอกกรบุรี จังหวัดนกรราชสีมา ซึ่งไปเคยเรียนในเรื่องนี้มาก่อน โดยแยกดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

1. ขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One testing) เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของแบบเรียน ใช้กับนักเรียนในการทดลองหนึ่งคน
2. ขั้นทดลองกลุ่มเล็ก (Small group testing) เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของแบบเรียน และดูว่าแบบเรียนมีประสิทธิภาพในการก่อให้เกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงไร ในขั้นนี้ใช้นักเรียนในการทดลอง 10 คน
3. ขั้นทดลองภาคสนาม (Field testing) เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบเรียนในลักษณะของการนำมาใช้สอนในห้องเรียนจริงๆ โดยให้นักเรียนเรียนแบบเรียนโปรแกรมด้วยตนเอง ในขั้นนี้ใช้นักเรียนในการทดลอง 40 คน
4. นำไปทดลองใช้จริง กับนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน

2. การสร้างแบบทดสอบ

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อที่นำมาสร้างแบบเรียนโปรแกรม คือ เรื่อง หัตถ์อุปกรณ์อย่างง่าย โดยศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ได้จากหนังสือเทคนิคการวัดผลของ ขวาล แพทย์กุล (ขวาล แพทย์กุล, 2516:111-273) และจากหนังสือวิธีสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบของ วิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2515:20-37) แล้วลงมือสร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ข้อเลือก จำนวน 100 ข้อ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรม 1 (แผนวิทยาศาสตร์) โรงเรียนบุญวัฒนา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 107 คน เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบตามหลักการคัดกลุ่ม 27 % เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L โดยเปิดตารางสำเร็จของ จุง เทห์ฟาน (Chung - Teh Fan, 1952:6-32) เพื่อเปรียบเทียบหาความยากง่าย (p) และค่าความจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยถ้อยคำ p ระหว่าง .20-.80 และค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปตามหลักการวัดผลของวิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2516:71-89) ดังแสดงไว้ใน ภาคผนวก

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบจำนวนโคบไซสูตรของ
คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่น .847 แบบ
ทดสอบนี้ใช้ทดสอบกลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง คือทดสอบก่อนการ เรียนรู้ (Pre-test)
และทดสอบหลังการ เรียนรู้ (Post-test) ในการนำเอาแบบทดสอบไปใช้ในการ
ทดลองจริงๆ นั้น ผู้วิจัยได้เลือกเอาเพียงข้อที่ 60 ข้อเท่านั้น

2.2 แบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาเกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้คัดเลือกขออนุญาตใช้
แบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของคุณ จานงก์ วิรุทธิแพทย์ ที่ทำไว้ใน
ปริิญาานิพนธ์ เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา ปีการศึกษา 2513 มาใช้ในการทดลอง
ครั้งนี้ ซึ่งในแต่ละข้อของแบบสอบถามเป็นอัตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)
ซึ่งสร้างขึ้นตามแนวของ ลิกเกิร์ต (Likert)

2.3 แบบสอบถามทัศนคติที่มีต่อแบบ เรียนโปรแกรม

ในการศึกษาทัศนคติที่มีต่อแบบ เรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นของนักเรียนกลุ่มทดลอง
ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้จำนวน 11 ข้อ เป็น
แบบสอบถามความคิดเห็น เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย

3. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาค
เรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2518 ของโรงเรียนอนุวัธนา อำเภอเมือง จังหวัดนคร
ราชสีมา จำนวน 60 คน ซึ่งเลือกมาอย่างสุ่ม (Random Sampling)

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คนนี้ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มเท่าๆ กัน กลุ่มละ
30 คน โดยให้ทั้ง 2 กลุ่มมีความสามารถเท่าๆกัน (Equated grouping) โดย
ปิกะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากคะแนนสอบประจำภาคเรียน
ที่ 1 ปีการศึกษา 2518 เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม จึงรายละเอียดที่ได้แสดงไว้
ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ

กลุ่มตัวอย่าง	ชาย	หญิง	รวม
กลุ่มทดลอง	16	14	30
กลุ่มควบคุม	19	11	30
รวม	35	25	60

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีทั้งหมด 60 คน เป็นชาย 35 คน หญิง 25 คน แยกเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน เป็นชาย 16 คน หญิง 14 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน เป็นชาย 19 คน หญิง 11 คน

ก่อนทำการวิจัยได้ทำการทดสอบ เพื่อตรวจสอบให้รู้ความถูกต้องของนักเรียนทั้งสองกลุ่มว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทัศนูปกรณ์อย่างง่าย ที่ได้สร้างขึ้นเองเพื่อตรวจสอบก่อนการวิจัยครั้งนี้ทำการทดสอบ แล้วนำมาเฉลยเพื่อดูความแตกต่าง จึงได้ลงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนความรู้ด้าน วิชาช่างนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	s^2	t	p
กลุ่มทดลอง	30	21.660	22.229	0.935	0.05
กลุ่มควบคุม	30	21.930	33.306		

$$df = 29$$

$$t_{0.05} = \pm 2.045$$

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทัศนูปกรณ์อย่างง่าย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการทดลองกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะทำการทดลอง เท่าๆ กัน

ก่อนทำการทดลองผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ เพื่อวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง ซึ่งปรากฏผลดังตารางไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการ เรียนรู้
ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
กลุ่มทดลอง	30	76.400	45.697	1.583	> 0.05
กลุ่มควบคุม	30	78.733	37.099		

$$df = 29 \quad t_{0.05} = \pm 2.045$$

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการทดลองกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง
มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4. การดำเนินการทดลอง

ในการทดลองผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. แบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง 30 คน
และกลุ่มควบคุม 30 คน โดยให้แต่ละกลุ่มมีความสามารถเฉลี่ย เท่าๆ กัน (Equated
grouping)

2. ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง เพื่อวัดพื้นฐานความรู้ในเนื้อหาที่จะ
ทำการทดลอง และวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

3. นักเรียนทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 15 คน แบบใกล้เคียงวิธีวิจัย

4. ดำเนินการสอนแก่กลุ่มตัวอย่างโดยในระยะเวลาสอน เท่ากัน เป็นเวลา
6 วันๆ ละ 2 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง 15 นาที วิชาชีววิทยา เนื้อหา และเนื้อหา
แบบฝึกหัดแบบเรียนเหมือนกันแต่วิธีสอนแตกต่างกัน ดังนี้

4.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แบบ เรียนโปรแกรม โดยดำเนินการสอน
ดังนี้

4.1.1 อธิบายการใช้แบบเรียนโปรแกรมโดยใช้ " กำหนด
น้การ เรียบเรียงแบบเรียนโปรแกรม "

4.1.2 เพื่อนักเรียนเข้าใจการใช้แบบเรียนโปรแกรมแล้ว
ก็ให้นักเรียนเริ่มเรียนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากแบบเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.1.3 ผู้วิจัยควบคุมที่อยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ความช่วยเหลือ
แก่นักเรียนที่มีปัญหา เป็นรายบุคคล

4.2 ควบคุมควบคุมการใช้วิธีอภิปราย สาธิต และการบรรยาย
ประกอบด้วยการจัดอย่างอื่นตามความเหมาะสมที่ไม่ใช่แบบเรียนโปรแกรม

5. ในการสอนผู้วิจัยนำการสนทนากลุ่มทดลองด้วยตนเอง สำหรับกลุ่มควบคุม
ในกรณีวิทยาศาสตร์ดำเนินการสอนเอง

5. การทดลอง

ในการทดลองผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) เพื่อวัดพื้นฐานก่อนการเรียน
ของนักเรียนทั้งกลุ่ม และทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

2. ทดสอบในช่วงเวลาพักไปหลังจากการเรียน เนื้อหาครบแล้ว (Post-test)
เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

3. นำแบบทดลองมาที่สร้างขึ้นให้นักเรียนกลุ่มทดลองตอบ หลังจาก
เรียนครบ 12 ชั่วโมง เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ต่อแบบเรียน
โปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อการทดลองครั้งนี้

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ออกการทดลอง ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติต่างๆ ดังนี้

1. 1. ร้อยเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนก่อนและหลังการ

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

$$\bar{X} = \text{ร้อยละ}$$

$$\sum X = \text{ผลรวมของคะแนน}$$

$$N = \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่ม}$$

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร

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

s = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่กำหนดจากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$\sum D$ = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบทั้งสองครั้ง ให้นำมาเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคล

$\sum D^2$ = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบทั้งสองครั้ง ให้นำมาเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลแต่ละตัวยกกำลังสอง

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

4. การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบที่กำหนดจากสูตร

$$r_{tt} = \frac{nS^2 - \bar{X}(n - \bar{X})}{(n-1)S^2}$$

r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนข้อคำถาม

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนจากการทดสอบ

$\bar{X}$ = รายเฉลี่ยของคะแนน

✓5. กระบวนการที่มีคะแนน เรียงโปรแกรมใช้การทดสอบ Chi - square

คำนวณจากสูตร

$$\chi^2 = \frac{(a - b)^2}{a + b}$$

$$\chi^2 = \text{ค่า Chi - square}$$

$$a = \text{ความถี่ที่ตอบในทางสนับสนุน (Positive)}$$

$$b = \text{ความถี่ที่ตอบในทางลบ (Negative)}$$

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล และผลการศึกษากันว่า

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง และการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ดังนี้

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ = ร้อยเฉลี่ยของคะแนน

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนน

S = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

t = ค่าอัตราส่วนนัยสำคัญทางสถิติ

p = ระดับความเชื่อมั่น

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลองมีดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งแรกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งแรก กับคะแนนการทดสอบครั้งสุดท้ายของกลุ่มเดียวกัน
3. เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งสุดท้ายระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
4. การหาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ต่อแบบเรียนโปรแกรม

การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งแรกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ก่อนการทดลองผู้วิจัยได้ทดสอบ เพื่อวัดความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะทำการทดลอง และวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมว่าแตกต่างกันหรือไม่ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏตามที่ได้นำเสนอไว้ในตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบคะแนนความรู้อิงฐานของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนการ เรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
กลุ่มทดลอง	30	21.667	22.229	0.935	> 0.05
กลุ่มควบคุม	30	21.933	33.306		

$$df = 29 \quad t_{.05} = \pm 2.045$$

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะทำการทดลองไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการทดลอง กลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่ทดลอง ตัก เพียงกัน

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนการ เรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
กลุ่มทดลอง	30	76.400	45.697	1.583	> 0.05
กลุ่มควบคุม	30	78.733	37.099		

$$df = 29 \quad t_{.05} = \pm 2.045$$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการทดลอง กลุ่มตัวอย่างทั้งสอง มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

การ เปรียบ เปรียบคะแนนการ ทดสอบครั้งแรกกับคะแนนการ ทดสอบครั้งที่สองของนักเรียน ในกลุ่มเดียวกัน

หลังจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองได้เรียน เนื้อหาวิชาทำการ ทดสอบลงแล้ว

ผู้วิจัยได้ทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม และเพื่อวัด
ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการ เรียนรูของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนน
ที่ได้มา เปรียบ เทียบกับคะแนนการ ทดสอบครั้งแรก ผลการวิเคราะห์หาความแตกต่าง
ระหว่างคะแนนการ ทดสอบครั้งแรกกับคะแนนการทดสอบครั้งหลัง ของกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม แสดงไว้ในตารางที่ 6 , 7 , 8 และ 9 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 เปรียบ เทียบคะแนนการรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ
เรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

คะแนน	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
ความรู้พื้นฐาน	30	21.667	22.229	17.086	< 0.001
ผลสัมฤทธิ์	30	41.333	52.161		

$$df = 29 \quad t_{.001} = \pm 3.659$$

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ
เรียน สูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
ความเชื่อมั่น .001 แสดงว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง สามารถเรียนรู้ได้จากการ เรียน
โดยใช้แบบ เรียนโปรแกรม

ตารางที่ 7 เปรียบ เทียบคะแนนการรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ
เรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม

คะแนน	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
ความรู้พื้นฐาน	30	21.933	33.306	11.190	< 0.001
ผลสัมฤทธิ์	30	38.433	71.702		

$$df = 29 \quad t_{.001} = \pm 3.659$$

จากการ rang ที่ 7 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนสอบที่ดีในการเรียนสูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนความรู้ที่เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.001 แสดงว่า นักเรียนในกลุ่มควบคุมสามารถเรียนรู้ได้จากการเรียนจากวิธีสอนตามปกติ

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบครั้งแรกกับการทดสอบครั้งหลัง ของนัก เรียนในกลุ่มทดลอง

คะแนน	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
การทดสอบครั้งแรก	30	76.400	45.697	1.489	> 0.05
การทดสอบครั้งหลัง	30	78.033	30.516		

$$df = 29 \quad t_{0.05} = \pm 2.045$$

จากการ rang ที่ 8 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียน และหลังการเรียน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนัก เรียนในกลุ่มทดลองไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากการเรียนโดยวิธีแบบเรียนโปรแกรม

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบครั้งแรกกับการทดสอบครั้งหลัง ของนัก เรียนในกลุ่มควบคุม

คะแนน	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
การทดสอบครั้งแรก	30	70.733	37.099	0.316	> 0.05
การทดสอบครั้งหลัง	30	78.066	43.926		

$$df = 29 \quad t_{0.05} = \pm 2.045$$

จากการ rang ที่ 9 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียน และ หลังการเรียน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนัก เรียนในกลุ่มควบคุมไม่เปลี่ยนแปลง หลังจากการเรียน

จากวิธีสอนตามปรกติ

การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งที่ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

หลังการทดลองผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในภาคทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และความแตกต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ปรากฏผลถึงท้ายลงไว้ในตารางที่ 10 และตารางที่ 11

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
กลุ่มทดลอง	30	41.333	52.161	2.486	0.02
กลุ่มควบคุม	30	33.433	71.702		

$$df = 29$$

$$t_{.05} = \pm 2.462$$

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของกลุ่มทดลองมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .02 แสดงว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีแบบเรียนปริมาตรนี้ มีการเรียนรู้ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนตามปรกติ

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
กลุ่มทดลอง	30	78.033	30.516	0.025	>0.05
กลุ่มควบคุม	30	78.066	43.926		

$$df = 29$$

$$t_{.05} = \pm 2.045$$

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนในกรุงเทพมหานครและกรุงเทพมหานคร ในเวลาต่างกันบ้างมีัยสำคัญทางสถิติ
 แร่ทองวาลังการ คอลองกลุมตัว อย่างทั้งองมีพิท นาคี เองวิ ษาศาสตร โป่ปากทางกับ
การหาทัศนคติของนักเรียนแบบทดลองที่ปีต่อแบบ เรียนโบ้ปรแกรม

ดังจากนักเรียนกลุ่มทดลอง เรียนแบบ เรียนโบ้ปรแกรมแล้ว ผู้วิจัยได้ใช้
 แบบสอบถาม ภายทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อแบบเรียนโบ้ปรแกรม ผลการเรียนโดย
 ใ้แบบเรียนโบ้ปรแกรม เพื่อทดลองการทราบว่านักเรียนมี ค้าพิถั ใจเกี่ยวกับ หรือใ้เห็น
 กว่ยถวการ เรียนโดยใ้แบบ เรียนโบ้ปรแกรม จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม นำมาค
 ษาหาความดี และรอยละของจำนวนนักเรียน แล้วทดสอบ Chi-square (χ^2)
 ปรากฏผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ความดี และรอยละของจำนวนนักเรียนที่ทัศนคติ เห็นด้วย
 และใ้เห็นกว่ยถวการ เรียนโดยใ้แบบ เรียนโบ้ปรแกรม และค่า Chi-square

ข้อความ	ความรู้สึก		เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วย		χ^2
	ความดี	รอยละ	ความดี	รอยละ	ความดี	รอยละ	
เมื่อได้เรียนเรียนโดยใ้แบบ เรียนโบ้ปรแกรม แทนการเรียนแบบปรกตินักเรียนมีความรู้สึกว่							
1. มีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์							
มากขึ้น	45	93.75	3	6.25	36.75		
2. รู้สึกสนใจและสนใจ	44	91.67	4	8.33	33.33		
3. ทำให้สามารถเรียนรู้โดยง่ายรวดเร็ว	43	89.58	5	10.42	30.08		
4. ทำให้ทราบว่าได้รู้โดยในทางของจำ	38	79.17	10	20.83	22.69		
5. ทำให้รู้จักรับผิดชอบตนเองมากขึ้น	48	100.00	—	—	48.00		
6. ทำให้มีความเข้าใจในการศึกษา	38	79.17	10	20.83	22.69		
7. ทำให้ช่วยแก้ปัญหาการเรียนไปทันเพื่อน							
ได้	44	91.67	4	8.33	33.33		

ข้อความ	ความรู้สึก	เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วย		χ^2
		ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	
8. อยากให้มีการ เรียนโดยระบบ เรียนโปรแกรมแทนการเรียนแบบปกติอีกต่อไป		45	93.75	3	6.25	36.75
9. อยากให้มีการ เรียนโดยระบบ เรียนโปรแกรมในวิชาอื่นๆ อีก		42	87.42	6	12.58	27.00
**10. รู้สึก เบื่อหน่ายและง่วงนอน เมื่อเรียนแบบ เรียนโปรแกรม		6	12.58	42	87.42	27.00
**11. ไม่ส่งเสริมให้มีการยกเลิกการเรียนรายสัปดาห์เพราะทำให้ไปตามหัวข้อที่ใกล้เรียนเร็วเกินไป		15	31.25	33	68.75	6.75

ในแต่ละข้อคำถามมี $df = 1$ $\chi^2_{.01} = 6.635$

** เป็นข้อคำถามในทางลบ (Negative) ดังนั้นได้ลบไปเห็นด้วยหมายถึงความ
ว่าไม่สนับสนุนการ เรียนโดยระบบ เรียนโปรแกรม

จากการตารางที่ 12 จะเห็นว่าค่า χ^2 ในแต่ละข้อคำถามมีค่าสูงสุดเป็น
48 และค่าต่ำสุดเป็น 6.75 ซึ่งสูงกว่าค่า χ^2 ที่ระดับความเชื่อมั่น .01 เมื่อ
 $df = 1$ แสดงว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยระบบ เรียนโปรแกรม มีทัศนคติใน
ทางสนับสนุนต่อแบบ เรียนโปรแกรม และการ เรียนโดยระบบ เรียนโปรแกรมอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ มีค่าเฉลี่ย และผลของการศึกษากันดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษากันว่า

1. เพื่อสร้างแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม และการสอนตามปกติ
4. เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อแบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้

สมมติฐานในการศึกษากันว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมหลังจากการเรียนรู้อย่างน้อย
2. ผลการทดลองวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมหลังจากการเรียนรู้อย่างน้อย
3. นักเรียนกลุ่มทดลองจะมีทัศนคติที่ดีต่อแบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้

วิธีดำเนินการ

1. การร่างเครื่องมือ

1.1 การสร้างแบบเรียนโปรแกรม เพื่อศึกษาลักษณะและวิธีการเขียนแบบเรียนโปรแกรม รวมทั้งศึกษาเนื้อหาที่จะทำการทดลองแล้วทำ Task Analysis โดยดำเนินการดังนี้

1.1.1 เลือกเนื้อหา Concept ใหญ่ Concept ย่อย ที่ต้องการให้นักเรียนทราบ

1.1.2 ตั้งจุดมุ่งหมายทั่วไป จุดมุ่งหมายเฉพาะ และ จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมระดับเบื้องต้น

1.1.3 สร้างข้อทดสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และกรรมกรณเบื้องต้นทั้งหมด

1.1.4 ร่างกรอบปัญหา (Frame) ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและข้อทดสอบ

1.1.5 แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของแบบเรียนแล้วนำไปทดลองใช้

โปรแกรมที่เขียนขึ้นครั้งนี้เป็นโปรแกรมแบบ สั้นตรง ซึ่งนักเรียนเป็นผู้สร้างคำตอบเอง ก่อนนำไปใช้จริงก็นำไปทดลองใช้ เพื่อการปรับปรุงในชั้น " หนึ่งก่อนหนึ่ง " ขั้นการทดลอง " กลุ่มเล็ก " และขั้นการทดลอง " ภาคสนาม " ตามลำดับ หลังการปรับปรุงครั้งสุดท้ายได้แบบ เรียน โปรแกรมมีจำนวนทั้งสิ้น 480 กรรม ซึ่งเป็นแบบเรียนโปรแกรมที่นำไปใช้ทดลองสอน เพื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ

1.2 การสร้างแบบทดสอบ

1.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หักและคูณอย่างง่าย ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยครอบคลุมเนื้อหา และพฤติกรรมด้านต่างๆ ตามจุดมุ่งหมายจำนวน 100 ข้อ นำไปทดลองใช้และวิเคราะห์ แล้วจึงเลือกเอาข้อที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจการ

ว่า $\text{ng}(r)$ ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โคหัดสอนไว้ใช้จำนวน 60 ข้อ นำไปทดลอง ใช้
กับนักเรียนที่เรียนไม่เนื้อหาเดียวกัน แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบ
ทดสอบ โคหัดความเชื่อมั่น 0.847

1.2.2 แบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้
คัดกรองข้อสอบจากใช้แบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของคุณจางงัก วิสุทธิแพทย์
ที่ส่งไว้ในนิตยสารนิพนธ์เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา ปีการศึกษา 2513 มาใช้
ในการทดลองครั้งนี้

1.2.3 แบบสอบถามทัศนคติที่มีต่อแบบเรียนโปรแกรม ผู้
วิจัยได้สร้างแบบสอบถามขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้จำนวน 11 ข้อ เป็นแบบ
ถามความถี่ของเด็กนักเรียนกลุ่มทดลองว่า เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยกับการเรียน
โดยใช่แบบเรียนโปรแกรม

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2518 ของโรงเรียนอนุบาลวังน้ำเย็น อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
จำนวน 60 คน ซึ่งแบ่งเป็น

2.1 กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน เป็นชาย 16 คน หญิง 14 คน
เรียนโดยใช่แบบเรียนโปรแกรม

2.2 กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน เป็นชาย 19 คน หญิง 11 คน
เรียนจากการสอนตามปกติของครู

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ก่อนทำการทดลองผู้วิจัยได้ทดสอบ เพื่อวัดความ
รู้พื้นฐานก่อนการเรียน (Pre-test) ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยข้อสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ในการเรียนที่สร้างขึ้น และทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วทำเนิ
การสอนเพื่อเปรียบเทียบผล เมื่อสอนแล้วให้ทำการทดสอบในหัวโพงถัดไป (Post
test) ด้วยข้อสอบชุดเดียวกันที่ใช้ทดสอบครั้งแรก ทั้งสองกลุ่ม และให้นักเรียน
กลุ่มที่เรียนโดยใช่แบบเรียนโปรแกรม ตอบแบบสอบถามวัดทัศนคติที่มีต่อแบบเรียน
โปรแกรม และการเรียนโดยใช่แบบเรียนโปรแกรม แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบ เปรียบความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบครั้งแรกกับการทดสอบครั้งหลัง ถึงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ $t - test$

4.2 เปรียบ เปรียบความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบครั้งแรกกับการทดสอบครั้งหลัง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ $t - test$

4.3 ทดสอบค่าเฉลี่ยของจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีทัศนคติต่างๆ กันก่อนเรียนโปรแกรม และการเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมแล้ว ทดสอบ $Chi - square (X^2)$

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม และนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ด้านอุปกรณ์อย่างง่ายสูงขึ้นกว่า เปรียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ เชื่อมั่น .001

2. ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ด้านอุปกรณ์อย่างง่าย ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ เชื่อมั่น .02

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมมีการ เปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ในทางที่ สูงขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติมีการ เปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ในทางที่ต่ำลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ก่อนการ ทดลองราย เฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลหลังการ เรียนรู้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม มีทัศนคติในทางสนับสนุนก่อนเรียนโปรแกรม และการเรียนโดยใช้แบบเรียน โปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ เชื่อมั่น .01

อภิปรายผล

การศึกษา เปรียบ เติบมผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องที่เสนอปรกฏอย่างง่าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบ เรียนโปรแกรมกับการสอนตามปรกติ ผู้วิจัยทำหน้าที่ควบคุมและสอนกลุ่มทดลองด้วยตนเองโดยใช้แบบ เรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมให้ครูวิทยาศาสตร์สอนประจำควบคุมและดำเนินการสอนเอง การที่ผู้วิจัยไม่เฝ้าควบคุมและสอนกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง เพราะจะทำให้เกิดวาทลำเอียงในการสอนขึ้นได้ จึงจะค่าให้วิธีการสอนไม่แตกต่างกันอย่างแท้จริง และการที่ผู้วิจัยต้องควบคุมและสอนกลุ่มทดลองด้วยตนเองก็เพื่อจะได้สังเกตและศึกษาปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในขณะทำการทดลอง

จากการศึกษากันครั้งนี้ผลปรากฏว่าแบบ เรียนโปรแกรม สามารถทำให้นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบ เรียนโปรแกรม เรียนรู้ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปรกฏอย่างง่ายสำคัญทางสถิติที่ t กับความเชื่อที่ .02 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ที่นั่นเช่นนี้ผู้วิจัยคิดว่า เพราะแบบ เรียนโปรแกรมได้จัดเนื้อหาวิชาที่จะเรียนไว้เหมือนกับ เนื้อหาวิชาที่ใช้สอนตามปรกติ แต่แบบ เรียนโปรแกรมได้แตกย่อยเป็นกรอบปัญหาสั้นๆ (Frames) ก่อเนื่องกันไป เริ่มจากลำดับที่ง่ายมากและยากขึ้นตามลำดับ กรอบเหล่านี้เป็นวิธีชักนำให้นักเรียน ได้เรียนรู้ เนื้อหาของบทเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการฝึกและทบทวนปัญหาไปตามลำดับขั้น อีกทั้งการสอนแบบนี้เหมือนกับ เป็นการสอนนักเรียน เป็นรายบุคคล ซึ่งสามารถแก้ปัญหา เรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี นักเรียนไม่มีความกังวล ในการเรียน เพราะสามารถเรียนไปตามอัตราความสามารถและสติปัญญาของตนเอง นอกจากนั้น เพื่อเกิดมีปัญหาคะที่เรียนรู้อีกสามารถได้ความช่วยเหลือ เด็ก เป็นรายบุคคลได้ด้วย แบบ เรียนโปรแกรมจึงสามารถให้สอนได้ดีกว่าการสอนตามปรกติของครู

ส่วนการศึกษา เปรียบ เติบมผลการเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น เพราะในเรื่องของทัศนคติ เป็น ใจที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก และจะเกิดขึ้นในลักษณะของการสะสม ในการทดลองใจนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็น

เก็บ โท และใช้เวลาในการทดลองเพียง 12 ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จึงไปสามารถวัดความแตกต่างได้

จากการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าแบบเรียนโปรแกรมที่ข้อนี้ถึงนี้ คือ

1. นักเรียนที่ความกระตือรือร้นที่จะเรียน สังเกตได้จากในขณะที่ยังเรียน นักเรียนทุกคนเรียนด้วยความตั้งใจ ไม่ขี้เกียจ เมื่อมีข้อสงสัยก็ซักถาม ไม่ขาดเรียน ตลอดระยะเวลาของการทดลอง เอาใจใส่ในการเรียนเป็นพิเศษ มีความเพลิดเพลินและพอใจในการเรียน ซึ่งจะมีผลทำให้โอกาสเรียนรู้อะไรก็ได้ตามไปด้วย และยังแสดงความต้องการที่จะเรียนรู้โดยวิธีนี้อีกต่อไป

2. นักเรียนต้องรับผิดชอบในการเรียน ด้วยตนเอง และต้องปฏิบัติตามคำสั่งของแบบเรียนนั้น เป็นการสร้างนิสัยในการรับผิดชอบ และช่วยตัวเองไปในตัว

3. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นอย่างนี้ นักเรียนสามารถเรียนไปตามอัตราความสามารถและสติปัญญาของตน เมื่อมีข้อสงสัยก็สามารถขอความช่วยเหลือจากครูได้ สามารถพบความรู้อย่างไรก็ได้ด้วยตนเอง ทำให้ต้องการความช่วยเหลือจากครูน้อยลง

4. ง่ายต่อการควบคุมชั้น เพราะนักเรียนทุกคนต้องรับผิดชอบในการเรียนด้วยตนเอง

5. ผู้สอนมีเวลาว่างสำหรับทำกิจกรรมอื่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของตนมากขึ้น และสามารถให้ความช่วยเหลือเด็กที่มีปัญหาเป็นรายบุคคลได้ โดยไม่ทำให้เด็กอื่นต้องเสียเวลา

6. สามารถทำใ้ผู้เรียน เรียนได้เร็วกว่าการสอนตามปกติ โดยเฉพาะนักเรียนที่เรียนได้เร็วจะมีเวลาว่างสำหรับพัฒนาหรือศึกษาเพิ่มเติมได้

จากการทดลองนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .02 แสดงให้เห็นว่าแบบเรียนโปรแกรมสามารถทำให้ผู้เรียน

- ✓ เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการสอนตามปกติของครู ทั้งนี้แบบเรียนโปรแกรมจึงเป็น
 นวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่จะช่วยผลการสอนของครู หรือใช้สอนแทนครู
 ได้ และใจสอนนักเรียนได้กว้างขวางมากขึ้น โดยใบคำใบ้ประสิทธิภาพในการเรียนการ
 สอนลดลง เท่ากับ เป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้ทางหนึ่ง และอาจนำไปใช้
 ในการพัฒนาแผนการเรียนได้ด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการศึกษา เปรียบเทียบผลการทดลองพบว่าแบบเรียนโปรแกรมสามารถ
 ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการสอนตามปกติของครู ทั้งนี้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการ
 จัดการศึกษาจึงควรรู้สึกพอใจ โดยส่งเสริมให้มีการสร้าง การใจ และ
 ทำการวิจัยเกี่ยวกับแบบเรียนโปรแกรมให้แพร่หลายยิ่งขึ้น เช่น จัดฝึกอบรมครูประจำ
 การให้รู้จักวิธีการสร้างแบบเรียนโปรแกรมขึ้นไว้เอง หรือนำแบบเรียนโปรแกรม
 ที่สร้างขึ้นและทดลองใช้ได้แล้วไปใช้ในโรงเรียนทั่วไป เพื่อเป็นการเผยแพร่และ
 เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนในโรงเรียน หรือรวบรวมจัดพิมพ์
 ส่งไปให้ห้องสมุดตามโรงเรียนต่างๆ สำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาก่อนแล้วเรียนด้วยตนเอง
 ซึ่งจะเป็นการแบ่งเบาภาระในการสอนของครู และเป็นการแก้ปัญหาคาด
 แคลนครูได้กว้างขวางยิ่งขึ้น หรือนำไปใช้ในการจัดการศึกษาของระบบโรงเรียน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 การนำแบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ ไปทดลองใช้สอนกับ
 นักเรียนกลุ่มอื่นๆ เปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ เพื่อคุณภาพและปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

2.2 การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนโดยใจแบบเรียนโปรแกรม
 ที่สร้างขึ้นนี้ประกอบการสอน กับการสอนตามปกติ หรือกับวิธีสอนอื่นๆ เช่น
 วิธีสอนแบบสืบสวน (Inquiry Method) วิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

✓ 2.3 การศึกษาผลของการใจแบบเรียนโปรแกรมกับนักเรียนที่มี
 ระดับสติ ปัญญาและความสามารถต่างๆ กัน เพื่อถ่วง กับใจที่ได้รับผลจากการเรียน

โดยวิธีแบบเรียนโปรแกรมมากที่สุด

✓ 2.4 ควรศึกษาว่า เมื่อเรียน ด้วยวิธีแบบเรียนโปรแกรมไปแล้ว นักเรียนสามารถจำเนื้อหาวิชาได้นานเพียงใด โดยการทดสอบซ้ำๆ หลังจากการเรียนรู้นี้ในระยะเวลาต่างๆ กับ เปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ

✓ 2.5 ควรศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อแบบเรียนโปรแกรม และการสอนโดยวิธีแบบเรียนโปรแกรมกับนักเรียนคนอื่นๆ เพื่อดูว่าจะได้ผลตามที่ทดลองนี้หรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จำนงค์ วิสุทธิแพทย์ การประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์บางประการของนักเรียนประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ศ.3) ในโรงเรียนรัฐบาล
ปีการศึกษา 2512 ปริญญาโท กศ.บ. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 85 หน้า
- ชวัล แพร์ถกุล เทคนิคการวัดผล วิชาพาณิช 2516, 434 หน้า
- สุลี ชัยพิพัฒน์ แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิชาพาณิช 2516, 354 หน้า
- เกษมใจ ทองสำริก แบบเรียนสำเร็จรูป เอกสารประกอบการเรียนคณะครูศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2515, 121 หน้า
- นิกร วรวิทย์ การเปรียบเทียบผลการเรียนสะกดคำภาษาอังกฤษจากแบบเรียนโปรแกรมระหว่างแบบบอกค่าเฉลยต้นที่กับแบบบอกค่าเฉลยอาชาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปริญญาโท กศ.บ. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 87 หน้า
- นิรันดร์ แบบซิค การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บางหัวข้อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปริญญาโท กศ.บ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 34 หน้า
- บรรณา รักษนวิทย์ การสร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปริญญาโท กศ.บ. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2516, 69 หน้า
- ประชุมสุข อามะวาร์จ แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พิมพ์ครั้งที่ 7 พิมพ์ 2515, 510 หน้า

✓ ประทีป สยามชัย บทเรียนสำเร็จรูป ชุบทางวิชาการ รายงานการประชุมทาง
 ✕ วิชาการครั้งที่หนึ่ง 1-5 สิงหาคม 2510 กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษา
 ธิการ สหกรณ์ชายฝั่งฯ 2510, 306 หน้า

ประยงค์ พงษ์ทอง เจริญ แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พิมพ์ครั้งที่ 3
 อักษรเจริญทัศน์ 2509, 370 หน้า

✓ ปรีชา กุศลวลี การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปริญญาโท กศ.ม.
 วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 42 หน้า

✓ เปื้อง กุศล การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป พิมพ์ครั้งที่ 2 2516, 131 หน้า

✓ เปื้อง กุศล แบบเรียนโปรแกรมเรื่องการจัดกลุ่มงานในการสอน มิตรสยาม
 บ.ป.บ. 61 หน้า

พิทักษ์ รักพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีเนติศึกษา
 การพิมพ์ 2513, 74 หน้า

พิทักษ์ รักพลเดช พฤติกรรมวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ สื่อสารการก
 2514, 82 หน้า

✓ วรรณ เขียนตะวงษ์ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาเลขคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
 ✕ ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ปริญญาโท กศ.ม.
 วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 71 หน้า

✓ วิเชียร เกตุสิงห์ คู่มือหลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ มงคลการพิมพ์ 2515,
 164 หน้า

✓ วิเชียร เกตุสิงห์ การวัดผลการึกษาและสถิติเบื้องต้น มงคลการพิมพ์ 2516,
194 หน้า

✓ วิจิตร ศรีสวณ "เทคนิควิทยาทางการึกษา" การที่วณานำนวกรรมและเทคโนโลยี
โดยีบาปรับปรุงคุณภาพการประณมการึกษา รายงานการสมันา กรมวิชาการ
กระทรวงการึกษาธิการ 2516; 150 หน้า

✓ ลวน สายย์ยต์ และ อังกลา ตันกิดันนันท์ สถิติวิทยาทางการึกษา วัฒนาพานิช
2515, 276 หน้า

การึกษาธิการ, กระทรวง แบบ เรียบนวิทยาวิทยาการศตรชนมัธยมการึกษาปีที่ 3 พิมพ์ครั้งที่ 5
โรงพิมพ์กรุสภา 2506, 468 หน้า

✓ สุภา ภูงกกุล "Programmed Instruction" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวนกรรม
และเทคโนโลยีทางการึกษา กรมวิชาการ กระทรวงการึกษาธิการ โรงพิมพ์
กรุสภา 2515, หน้า 161-165

✓ สมพงษ์ กิริเจริญ และ คณะ คู่มือการใช้สไลด์ฟิล์มวัตถุ โรงงานพัฒนาการึกษา
กระทรวงการึกษาธิการ 2506, 422 หน้า

✓ อุกม มุ่งเกษม การทดลองใช้เครื่องสอนประณม การสอนวิชาภาษาอังกฤษในระดับ
ชั้นประณมปีที่ 7 ปริญญาโท ภา.ม. วิทยาลัยการึกษาการึกษา ประสานการึกษา
2513, 180 หน้า

Carpenter, C.R., and Fillmer, H.T., "A Comparative of Teaching Machines
and Programmed Texts in the Teaching of Algebra I " A.V. Comm-
unication Review, 15 (Summer 1967). p. 192 - 193

Dessart, Donald Joseph, "A Study of Programmed Learning with Superior
Eighth Grade Students " A.V. Communication Review, 14 (Fall
1966). p. 53 -57

- ✓ Pan, Chung - Toh, Item Analysis Table, Educational Testing Service,
Princeton, New Jersey, 1966, 32 pp.
- ✓ Fry, Edward B., Teaching Machines and Programmed Instruction, McGraw-Hill
Book Company, Inc., New York, 1963, 244 pp.
- ✓ Grossinger, Gavin, 'An Experimental Study of Programmed Instruction
in Division of Fraction' A.V. Communication Review 16(Spring
1968). p. 87 - 90
- ✓ Hartley, J., Strategies for Programmed Instruction: And Educational
Technology, London Butterworths, 1972, 231 pp.
- Leith, C.O.M., and others, A Handbook of Programmed Learning, Robert
Gunningham and Son Ltd. Alva, Great Britain, 1966, 152 pp.
- ✓ Meadowcroft, B.A., 'Comparison of Two Methods of Using Programmed
Learning' A.V. Communication Review, 15 (Summer 1967), 186 pp.
- ✓ Moriber, George, "The Effects of Programmed Instruction in a College
Physical Science Course for Non-Science Student" Journal of
Research in Science Teaching, 6: 214 - 216, No. 3, 1969
- ✓ Randolph, Paul H., 'An Experiment in Programmed Instruction in
Junior High School' A.V. Communication Review, 13 (Winter 1965)
249 pp.
- ✓ Samuel and Epstein, The first book of teaching machines, Franklin
Watts, Inc., New York, 1961, 50 pp.
- Schramm, Wilbur, The Research on Programmed Instruction: An Annotated
Bibliography, U.S. Dept. of Health Education and Welfare,
Washington D.C. 1964. 114 pp.

Smith, Wendell I., and Moore, William J.; editors, Programmed Learning:

Princeton, New Jersey, Nostrand Company, Inc. 1968, 240 pp.

Strickland, Winfred Randolph, " A Comparison of A Programmed Course
and A Traditional Lecture Course in General Biology "

Dissertation Abstracts International, Vol. 32, No. 5, November

1971 p. 2510 - A

White, Charles Colven, " The Use of Programmed Texts of Remedial,

Mathematics Instruction in College", Dissertation Abstracts,

30 : 3373 - A, February, 1970

ពាក្យដេញត

ภาคผนวก 1.
การวิเคราะห์ข้อมูล

การวางยากราย (p) และค่าอำนาจการวัด (r) ของแบบทดสอบ

ข้อที่	P _H	P _L	p	r
1	86	48	.68	.43
2	83	48	.66	.39
3	90	69	.80	.31
4	90	52	.73	.46
5	83	38	.62	.47
6	66	31	.48	.35
7	86	31	.60	.56
8	79	17	.48	.61
9	38	7	.21	.14
10	90	52	.73	.46
11	83	21	.52	.61
12	79	28	.54	.51
13	97	52	.79	.62
14	86	52	.70	.39
15	59	35	.47	.24
16	66	41	.54	.25
17	58	31	.44	.28
18	79	35	.58	.45
19	62	31	.46	.32
20	~	45	.70	.51
21	79	17	.48	.61
22	35	14	.24	.28
23	48	3	.21	.62
24	72	52	.62	.21
25	62	28	.45	.35
26	52	28	.40	.25
27	66	24	.45	.43
28	66	21	.43	.46
29	90	52	.73	.46
30	72	35	.54	.37

ค่า p เฉลี่ย = .50

ข้อที่	P _H	P _L	p	r
31	69	48	.59	.22
32	55	24	.39	.33
33	55	35	.45	.21
34	59	31	.45	.29
35	66	14	.38	.54
36	48	21	.34	.30
37	41	14	.27	.33
38	86	45	.67	.45
39	83	48	.66	.39
40	55	21	.36	.34
41	59	17	.37	.45
42	41	21	.31	.23
43	66	28	.47	.38
44	79	55	.67	.27
45	76	45	.61	.33
46	55	17	.35	.41
47	79	14	.46	.64
48	41	17	.28	.29
49	79	28	.54	.51
50	66	28	.47	.38
51	86	24	.56	.62
52	59	14	.35	.49
53	66	17	.40	.50
54	79	24	.52	.55
55	69	14	.40	.56
56	72	17	.44	.55
57	72	14	.42	.59
58	90	24	.59	.66
59	55	24	.39	.33
60	83	28	.56	.55

ค่า r เฉลี่ย = .42

$$\begin{array}{r} 32 \\ 32 \\ \hline 64 \end{array}$$

คะแนนจากการทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ของกลุ่มทดลอง

อันดับ	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2
1	32	52	1,023	2,704
2	22	31	484	961
3	28	49	784	2,401
4	16	34	256	1,156
5	17	42	289	1,764
6	24	35	576	1,225
7	23	31	529	961
8	24	41	576	1,681
9	18	49	324	2,401
10	22	39	484	1,521
11	23	39	529	1,521
12	24	40	576	1,600
13	23	33	529	1,089
14	24	47	576	2,209
15	27	41	729	1,681
16	32	56	1,024	3,136
17	18	41	324	1,681
18	16	33	256	1,089
19	18	44	324	1,936
20	23	51	529	2,601
21	25	49	625	2,401
22	13	35	169	1,225
23	17	30	289	900
24	20	40	400	1,600
25	22	49	484	2,401
26	21	32	441	1,024
27	16	41	256	1,681
28	15	40	225	1,600
29	21	50	441	2,500
30	26	46	676	2,116
รวม	550	1,240	14,728	52,766

x_1 = คะแนนความรู้พื้นฐาน

x_2 = คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

s_1 = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
คะแนนความรู้พื้นฐาน

s_2 = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

$$\text{สูตร } s = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

$$s_1 = \sqrt{\frac{30 \times 14,728 - (550)^2}{30 \times 29}}$$

$$= \sqrt{\frac{19,340}{870}}$$

$$= \sqrt{22.229885}$$

$$s = 4.7149$$

$$\bar{x}_1 = 21.6666$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{30 \times 52,766 - (1,240)^2}{30 \times 29}}$$

$$= \sqrt{\frac{45,380}{370}}$$

$$= \sqrt{52.16092}$$

$$s_2 = 7.222$$

$$\bar{x}_2 = 41.3333$$

คะแนนจากการทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ครั้งของกลุ่มควบคุม

เลขที่	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2
1	33	57	1,089	3,249
2	17	28	289	784
3	22	39	484	1,521
4	24	39	576	1,521
5	23	31	529	961
6	15	36	225	1,296
7	21	40	441	1,600
8	21	41	441	1,681
9	30	47	900	2,209
10	23	35	529	1,225
11	16	30	256	900
12	22	37	484	1,369
13	24	46	576	2,116
14	17	51	289	2,601
15	29	30	841	900
16	37	41	1,369	1,681
17	19	29	361	841
18	21	37	441	1,369
19	24	38	576	1,444
20	22	36	484	1,296
21	15	44	225	1,936
22	22	34	484	1,156
23	14	34	196	1,156
24	22	24	484	576
25	28	46	784	2,116
26	21	38	441	1,444
27	15	22	225	484
28	15	38	225	1,444
29	25	54	625	2,916
30	23	51	529	2,601
Σ	658	1,153	15,398	46,393

x_1 = คะแนนการรับรู้พื้นฐาน

x_2 = คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

s_1 = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
คะแนนการรับรู้พื้นฐาน

s_2 = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

$$\text{สูตร } s = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

$$s_1 = \sqrt{\frac{30 \times 15,398 - (658)^2}{30 \times 29}}$$

$$= \sqrt{\frac{28,976}{870}}$$

$$= \sqrt{33.305747}$$

$$s_1 = 5.7711$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{30 \times 46,393 - (1,153)^2}{30 \times 29}}$$

$$= \sqrt{\frac{62,381}{870}}$$

$$= \sqrt{71.702299}$$

$$s_2 = 8.4677$$

$$\bar{x}_1 = 21.9330$$

$$\bar{x}_2 = 38.4330$$

คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบทั้ง 2 ารึ่งของนักเรียนกลุ่มทดลอง

เลขที่	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2
1	88	85	7,744	7,225
2	75	80	5,625	6,400
3	78	93	6,084	8,649
4	75	78	5,625	6,084
5	81	75	6,561	5,625
6	75	71	5,625	5,041
7	77	77	5,929	5,929
8	71	69	5,041	4,761
9	85	86	7,225	7,396
10	77	81	5,929	6,561
11	76	80	5,776	6,400
12	85	71	7,225	5,041
13	86	84	7,396	7,056
14	76	77	5,776	5,929
15	72	70	5,184	4,900
16	84	84	7,056	7,056
17	86	80	7,396	6,400
18	77	77	5,929	5,929
19	82	80	6,724	6,400
20	86	86	7,396	7,396
21	77	73	5,929	5,329
22	66	72	4,356	5,184
23	69	77	4,761	5,929
24	65	73	4,225	5,329
25	66	73	4,356	5,329
26	74	79	5,476	6,241
27	64	78	4,096	6,084
28	73	74	5,329	5,476
29	72	79	5,184	6,241
30	74	79	5,476	6,241
Σ	2,292	2,341	176,434	183,561

x_1 = คะแนนทดสอบก่อนการ เรียนรู้

x_2 = คะแนนทดสอบหลังการ เรียนรู้

s_1 = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
คะแนนทดสอบก่อนการ เรียนรู้

s_2 = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
คะแนนทดสอบหลังการ เรียนรู้

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

$$s_1 = \sqrt{\frac{30 \times 176,434 - (2,292)^2}{30 \times 29}}$$

$$= \sqrt{\frac{39,756}{870}}$$

$$= \sqrt{45.69655}$$

$$s_1 = 6.7599$$

$$\bar{x}_1 = 76.400$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{30 \times 183,561 - (2,341)^2}{30 \times 29}}$$

$$= \sqrt{\frac{26,549}{870}}$$

$$= \sqrt{30.51609}$$

$$s_2 = 5.5241$$

$$\bar{x}_2 = 78.033$$

คะแนนเต็มสถิติทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้งของนักเรียนกลุ่มควบคุม

เลขที่	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2
1	75	83	5,625	6,889
2	82	82	6,724	6,724
3	76	75	5,776	5,625
4	74	69	5,476	4,761
5	77	83	5,929	6,889
6	79	83	6,241	6,889
7	89	82	7,921	6,724
8	77	76	5,929	5,776
9	84	87	7,056	7,569
10	72	73	5,184	5,329
11	94	87	8,836	7,569
12	67	68	4,489	4,624
13	78	86	6,084	7,396
14	81	86	6,561	7,396
15	79	77	6,241	5,929
16	80	92	6,400	8,464
17	76	75	5,776	5,625
18	84	68	7,056	4,624
19	76	78	5,776	6,084
20	74	79	5,476	6,241
21	82	75	6,724	5,625
22	77	67	5,929	4,489
23	89	71	7,921	5,041
24	70	72	4,900	5,184
25	83	81	6,889	6,561
26	70	79	4,900	6,241
27	72	68	5,184	4,624
28	84	83	7,056	6,889
29	84	79	7,056	6,241
30	77	78	5,929	6,084
Σ	2,362	2,342	187,044	184,106

x_1 = คะแนนทดสอบก่อนการ เรียนรู้

x_2 = คะแนนทดสอบหลังการ เรียนรู้

s_1 = ความ เบี่ยงเบนมาตรฐานของ
คะแนนทดสอบก่อนการ เรียนรู้

s_2 = ความ เบี่ยงเบนมาตรฐานของ
คะแนนทดสอบหลังการ เรียนรู้

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

$$s_1 = \sqrt{\frac{30 \times 187,044 - (2,362)^2}{30 \times 29}}$$

$$= \sqrt{\frac{32,276}{870}}$$

$$= \sqrt{37.09885}$$

$$s_1 = 6.09088$$

$$\bar{x}_1 = 78.733$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{30 \times 184,106 - (2,342)^2}{30 \times 29}}$$

$$= \sqrt{\frac{38,216}{870}}$$

$$= \sqrt{43.92644}$$

$$s_2 = 6.62770$$

$$\bar{x}_2 = 78.066$$

เปรียบเทียบคะแนนความรูพื้นฐานของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เลขที่	x_1	x_2	D	D^2
1	32	33	-1	1
2	22	17	5	25
3	28	22	6	36
4	16	24	-8	64
5	17	23	-6	36
6	24	15	9	81
7	23	21	2	4
8	24	21	3	9
9	18	30	-12	144
10	22	23	-1	1
11	23	16	7	49
12	24	22	2	4
13	25	24	-1	1
14	24	17	7	49
15	27	29	-2	4
16	32	37	-5	25
17	18	19	-1	1
18	16	21	-5	25
19	18	24	-6	36
20	23	22	1	1
21	25	15	10	100
22	13	22	-9	81
23	17	14	3	9
24	20	22	-2	4
25	22	28	-6	36
26	21	21	-	-
27	16	15	1	1
28	15	15	-	-
29	21	25	-4	16
30	26	23	3	9
Σ			10	852

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{10}{\sqrt{\frac{30 \times 852 - (10)^2}{29}}} \\
 &= \frac{10}{\sqrt{\frac{22,560 - 100}{29}}} \\
 &= \frac{10}{\sqrt{\frac{22,460}{29}}} \\
 &= \frac{10}{\sqrt{114.48276}} \\
 &= \frac{10}{10.699662}
 \end{aligned}$$

$$\therefore t = 0.9346$$

หมายเหตุ

x_1 = คะแนนความรูพื้นฐานของ
นักเรียนในกลุ่มทดลอง

x_2 = คะแนนความรูพื้นฐานของ
นักเรียนในกลุ่มควบคุม

D = ความแตกต่างของคะแนน ($x_1 - x_2$)

เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เลขที่	X ₁	X ₂	D	D ²
1	88	75	3	9
2	75	82	-7	49
3	78	76	2	4
4	75	74	1	1
5	81	77	4	19
6	75	79	-4	16
7	77	89	-12	144
8	71	77	-6	36
9	85	84	1	1
10	77	72	5	25
11	76	94	-18	342
12	85	67	18	342
13	86	78	8	64
14	76	81	-5	25
15	72	79	-7	49
16	84	80	4	16
17	86	76	10	100
18	77	84	-7	49
19	82	76	6	36
20	86	74	12	144
21	77	82	-5	25
22	66	77	-11	121
23	69	89	-20	400
24	65	70	-5	25
25	66	83	-17	289
26	74	70	4	16
27	64	72	-8	64
28	73	84	-11	121
29	72	84	-12	144
30	74	77	-3	9
Σ			80	2,682

ก่อนการเรียนรู

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{80}{\sqrt{\frac{30 \times 2,682 - (80)^2}{29}}} \\
 &= \frac{80}{\sqrt{\frac{80,460 - 6,400}{29}}} \\
 &= \frac{80}{\sqrt{\frac{74,060}{29}}} \\
 &= \frac{80}{\sqrt{2,553.7931}} \\
 &= \frac{80}{50.535068}
 \end{aligned}$$

$$t = 1.58306$$

หมายเหตุ

X₁ = คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

X₂ = คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนในกลุ่มควบคุม

D = ความแตกต่างของคะแนน
(X₁ - X₂)

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนในกลุ่มทดลอง

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	32	52	20	400
2	22	31	9	81
3	28	49	21	441
4	16	34	18	324
5	17	42	25	625
6	24	35	11	121
7	23	31	8	64
8	24	41	17	289
9	18	49	31	961
10	22	39	17	289
11	23	39	16	256
12	24	40	16	256
13	23	33	10	100
14	24	47	23	529
15	27	41	14	196
16	32	56	24	576
17	18	41	23	529
18	16	33	17	289
19	18	44	26	676
20	23	51	28	784
21	25	49	24	576
22	13	35	22	484
23	17	30	13	169
24	20	40	20	400
25	22	49	27	729
26	21	32	11	121
27	16	41	25	625
28	15	40	25	625
29	21	50	29	841
30	26	46	20	400
Σ	650	1,240	590	12,756

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{590}{\sqrt{\frac{30 \times 12,756 - (590)^2}{29}}} \\
 &= \frac{590}{\sqrt{\frac{382,680 - 348,100}{29}}} \\
 &= \frac{590}{\sqrt{\frac{34,580}{29}}} \\
 &= \frac{590}{\sqrt{1,192.4138}} \\
 &= \frac{590}{34.5313} \\
 t &= 17.0859
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ Pre = คะแนนความรู้พื้นฐาน
 Post = คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
 D = ความแตกต่างของคะแนน
 (Post - Pre)

เปรียบเทียบคะแนนความรูพื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนในกลุ่มควบคุม

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	31	57	26	676
2	17	28	11	121
3	22	39	17	289
4	24	39	15	225
5	23	31	8	64
6	15	36	21	441
7	21	40	19	361
8	21	41	20	400
9	30	47	17	289
10	23	35	12	144
11	16	30	14	196
12	22	37	15	225
13	24	46	22	484
14	17	51	34	1,156
15	29	30	1	1
16	37	41	4	16
17	22	29	10	100
18	21	37	16	256
19	24	38	14	196
20	22	36	14	196
21	15	44	29	841
22	22	34	12	144
23	14	34	20	400
24	22	24	2	4
25	28	46	18	324
26	21	38	17	289
27	15	22	7	49
28	15	38	23	529
29	25	54	29	841
30	23	51	28	784
Σ	658	1,153	495	10,059

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{495}{\sqrt{\frac{30 \times 10,059 - (495)^2}{29}}} \\
 &= \frac{495}{\sqrt{\frac{301,770 - 245,025}{29}}} \\
 &= \frac{495}{\sqrt{\frac{56,745}{29}}} \\
 &= \frac{495}{\sqrt{1,956.7241}} \\
 &= \frac{495}{44.23487} \\
 t &= 11.1903
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ

Pre = คะแนนความรูพื้นฐาน
 Post = คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
 D = ความแตกต่างของคะแนน
 (Post - Pre)

เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการทางจิตวิทยาจากการทดลองทั้ง 2 ครั้งของกลุ่มทดลอง

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	88	85	-3	9
2	75	80	5	25
3	78	93	15	225
4	75	78	3	9
5	81	75	-6	36
6	75	71	-4	16
7	77	77	-	-
8	71	69	-2	4
9	85	86	1	1
10	77	81	4	16
11	76	80	4	16
12	85	71	-14	196
13	86	84	-2	4
14	76	77	1	1
15	72	70	-2	4
16	84	84	-	-
17	86	80	-6	36
18	77	77	-	-
19	82	80	-2	4
20	86	86	-	-
21	77	73	-4	16
22	66	72	6	36
23	69	77	8	64
24	65	73	8	64
25	66	73	7	49
26	74	79	5	25
27	64	78	14	196
28	73	74	1	1
29	72	79	7	49
30	74	79	5	25
Σ			49	1,127

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{49}{\sqrt{\frac{30 \times 1,127 - (49)^2}{29}}} \\
 &= \frac{49}{\sqrt{\frac{33,810 - 2,401}{29}}} \\
 &= \frac{49}{\sqrt{\frac{31,409}{29}}} \\
 &= \frac{40}{\sqrt{1,083.0690}} \\
 &= \frac{40}{32.910}
 \end{aligned}$$

$$\therefore t = 1.4889$$

หมายเหตุ

Pre = คะแนนทดสอบก่อนการ เรียนรู้

Post = คะแนนทดสอบหลังการ เรียนรู้

D = ความแตกต่างของคะแนน

(Post - Pre)

เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาการศรัทธาจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้งของกลุ่มควบคุม

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	75	83	8	64
2	82	82	-	-
3	76	75	-1	1
4	74	69	-5	25
5	77	83	6	36
6	79	83	4	16
7	89	82	-7	49
8	77	76	-1	1
9	84	87	3	9
10	72	73	1	1
11	94	87	-7	49
12	67	68	1	1
13	78	86	8	64
14	81	86	5	25
15	79	77	-2	4
16	80	92	12	144
17	76	75	-1	1
18	84	68	16	256
19	76	78	2	4
20	74	79	5	25
21	82	75	-7	49
22	77	67	-10	100
23	89	71	-18	342
24	70	72	2	4
25	83	81	-2	4
26	70	79	9	81
27	72	68	-4	16
28	84	83	-1	1
29	84	79	-5	25
30	77	78	1	1
Σ			12	1,389

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{12}{\sqrt{\frac{30 \times 1,389 - (12)^2}{29}}} \\
 &= \frac{12}{\sqrt{\frac{41,940 - 144}{29}}} \\
 &= \frac{12}{\sqrt{\frac{41,796}{29}}} \\
 &= \frac{12}{\sqrt{1441.2414}} \\
 &= \frac{12}{37.96368} \\
 t &= 0.31609
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ

Pre = คะแนนทดสอบก่อนการ เรียนรู้

Post = คะแนนทดสอบหลังการ เรียนรู้

D = ความแตกต่างของคะแนน
(Post - Pre)

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนใน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เลขที่	X_1	X_2	D	D^2
1	52	57	-5	25
2	31	28	3	9
3	48	39	10	100
4	34	39	-5	25
5	42	31	11	121
6	35	36	-1	1
7	31	40	-9	81
8	41	41	-	-
9	49	47	2	4
10	39	35	4	16
11	39	30	9	81
12	40	37	3	9
13	33	46	-3	9
14	47	51	-4	16
15	41	30	11	121
16	56	41	15	225
17	41	29	12	144
18	33	37	-4	16
19	44	38	6	36
20	51	36	15	225
21	49	44	5	25
22	35	34	1	1
23	30	34	-1	1
24	40	24	16	156
25	49	46	3	9
26	32	38	-6	36
27	41	22	19	361
28	40	38	2	4
29	50	54	-4	16
30	46	51	-5	25
Σ			100	1,898

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{100}{\sqrt{\frac{30 \times 1,898 - (100)^2}{29}}} \\
 &= \frac{100}{\sqrt{\frac{56,940 - 10,000}{29}}} \\
 &= \frac{100}{\sqrt{\frac{46,940}{29}}} \\
 &= \frac{100}{\sqrt{1,618.6207}} \\
 &= \frac{100}{40.2321} \\
 t &= 2.4856
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ

X_1 = คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของ
นักเรียนในกลุ่มทดลอง

X_2 = คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของ
นักเรียนในกลุ่มควบคุม

D = ความแตกต่างของคะแนน ($X_1 - X_2$)

เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เลขที่	X ₁	X ₂	D	D ²
1	85	83	2	4
2	80	82	-2	4
3	93	75	18	342
4	78	69	9	9
5	75	83	-8	64
6	71	83	-12	144
7	77	82	-5	24
8	69	76	-7	49
9	86	87	-1	1
10	81	73	8	64
11	80	87	-7	49
12	71	68	3	9
13	84	86	-2	4
14	77	86	-9	81
15	70	77	-7	49
16	84	92	-8	64
17	80	75	5	25
18	77	68	9	81
19	80	78	2	4
20	86	79	7	49
21	73	75	-2	4
22	72	67	5	25
23	77	71	6	36
24	73	72	1	1
25	73	81	-8	64
26	79	79	-	-
27	78	68	10	100
28	74	83	-9	81
29	79	79	-	-
30	79	78	1	1
Σ			1	1,505

หลังการ เรียนรู้

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{\frac{30 \times 1,505 - (1)^2}{29}}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{\frac{45,150 - 1}{29}}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{\frac{45,149}{29}}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{1,556.8621}} \\
 &= \frac{1}{39.457092} \\
 t &= 0.025344
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ

- X₁ = คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง
- X₂ = คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนในกลุ่มควบคุม
- D = ความแตกต่างของคะแนน
(X₁ - X₂)

ขั้นตอนที่ 1: การคำนวณ Chi-square

สูตร $\chi^2 = \frac{(a - b)^2}{a + b}$

a = ความถี่ที่คาดหวังในทางบวก (Positive)

b = ความถี่ที่คาดหวังในทางลบ (Negative)

χ^2 = ค่า

ข้อที่ 1 $\chi^2 = \frac{(45 - 3)^2}{48} = \frac{(42)^2}{48} = \frac{1,764}{48} = 36.75$

การวิเคราะห์การคำนวณอย่างเดียวกันได้ค่า Chi-square ของแต่ละข้อดังนี้

ข้อที่ 2	$\chi^2 = 33.33$
ข้อที่ 3	$\chi^2 = 30.08$
ข้อที่ 4	$\chi^2 = 22.69$
ข้อที่ 5	$\chi^2 = 48.00$
ข้อที่ 6	$\chi^2 = 22.69$
ข้อที่ 7	$\chi^2 = 33.33$
ข้อที่ 8	$\chi^2 = 36.75$
ข้อที่ 9	$\chi^2 = 27.00$
ข้อที่ 10	$\chi^2 = 27.00$
ข้อที่ 11	$\chi^2 = 6.75$

ภาคผนวก 2.
แบบเรียนโปรแกรมที่ ๒ ในการทดลอง

แบบ เรียนโปรแกรม
วิทยาศาสตร ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง
ทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย

ข้อเสนอแนะในการใช้แบบ เรียนโปรแกรม

สิ่งที่นักเรียนถืออยู่นี้เรียกว่า "แบบ เรียนโปรแกรม" ซึ่งจะช่วยให้ส่วนนักเรียน
ใหม่มีความรู้เรื่อง ขั้นตอนการอย่างง่าย โดยให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ไปใช้
ขอตน ไปมีการให้คะแนน

ขอให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ให้เข้าใจ ก่อนที่จะเริ่มเรียนจากแบบ
เรียนโปรแกรม ในการเรียนโดยใช้แบบ เรียน โปรแกรมมีข้อแนะนำดังนี้

1. เริ่มเปิดบทเรียนอ่านไปที่ละหน้า อย่าเปิดข้ามหน้า
2. ใช้กระดาษแข็งหรือสมุดปกก้ำคดมาวางขายไว้ก่อนที่จะเรียนบทเรียน
3. อ่านบทเรียนไปที่ละกรอบความลับ อย่าข้ามกรอบหนึ่งกรอบใด

เป็นอันขาด ขณะที่อ่านสิ่งใดก็ตาม "และทำความเข้าใจ ในแต่ละกรอบ" คอบใดที่มีของ
วางวางไว้วางใจ หมายถึงให้นักเรียนเติมคำตอบหรือข้อความในช่องว่าง ถ้าไม่เข้าใจ
ให้เด็กก็แสดงว่าไม่ต้องการให้นักเรียนตอบในกรอบนั้น เพียงแต่ให้นักเรียนทำความเข้าใจ
เข้าใจ แล้วที่จะเป็นแนวทางในการหาคำตอบในกรอบถัดไป

4. เมื่อทำบทเรียนเสร็จหนึ่งกรอบ ให้เลื่อนกระดาษที่ปิดคำตอบลงมา
หนึ่งช่อง เพื่อตรวจคำตอบที่หาไปแล้ว

5. ถ้านักเรียนทำข้อใดผิดไม่ควรเสียใจ ขอให้นักเรียนกลับไปอ่านข้อความ
ก่อนข้อนั้นอีกรั้งหนึ่ง แล้วแก้คำตอบที่ผิดให้ถูกต้องก่อนทำข้อใหม่ โดยขีดฆ่าคำตอบ
เดิม แล้วเขียนคำตอบที่ถูกต้องลงไปแทน

6. อย่าเปิดดูคำตอบก่อนที่จะเติมคำตอบลงไป ในช่องว่าง เป็นอันขาด เพราะ
จะไม่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ขึ้นได้เลย และเป็นการเรียนที่เสียเปล่า

7. การเรียนบทเรียนนี้ไม่ว่าเป็นครั้ง เรียนให้เสร็จพร้อมกันอื่น ให้นักเรียน
เรียนไปตามความสามารถ ถ้าเหนื่อยก็หยุดพัก แล้วพักกายหลัง หรือจะพบตอน
ข้อความรู้ที่เรียนมากจนลืมนิด

นักเรียนจะมีความรู้ เช่น เกี่ยวกับ เนื้อหา ของนักเรียนที่เรียนจากการสอน
ของครู หากนักเรียนไปปฏิบัติตามข้อแนะนำอย่างเคร่งครัด

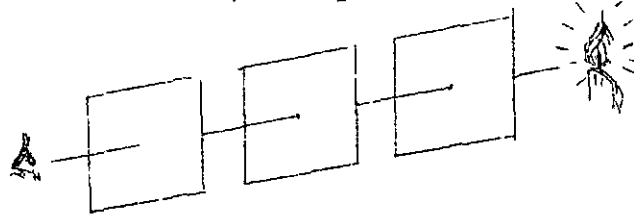
แบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีอย่างง่าย

ต่อไปนี้เป็นบทเรียน นักเรียนจะทอองเริ่มเรียนจากกรอบที่ 1 ก่อน แล้วจึงผ่านไปเรียนในกรอบที่ 2 และ 3 จนกระทั่งถึงกรอบสุดท้ายตามลำดับ

โปรแกรมปฏิบัติการขอแนะนำอย่าง เกรงกรัก

1. วาดการ เรียนวิชาแดง เมืองตนตัวๆ ไปโรงเรียนกับเพื่อนได้ 2 นักเรียนได้เรียนรูเกี่ยวกับ เรื่อง ธรรมชาติของแสง กว้างส่องสว่าง การกำหนดกระบอกโคง และการใช้แสงสว่างภายในบ้าน ในขณะนี้นักเรียนจะได้เรียนเรื่องแดงที่แตกต่างไปจากเดิม บอกก่อนที่จะเรียนเรื่องใหม่เราควรจะทอองท้าวเรื่อง เกาไคอย่าง ตรีธำธำไมแล้วก็ไม่เป็นไร เรามาดองพบทวนกับทอองว่ายังว่าจะไรไคอย่าง

2. นักเรียนดองพิจารณาทอองว่า รูปนี้เป็นการ ทดลอง เกี่ยวกับ เรื่องอะไร ?



นักเรียนอาจจะทอองว่า เป็นการ ทดลอง เรื่องการมอง เห็น
หรืออาจจะทอองว่า เป็นการทดลอง เรื่องแสง เกินทาง เป็น เส้นตรง

3. จากรูปแสดงการทดลองในข้อ 2. เราสามารถมอง เห็นแสง เตียนไค
โดยแสงจากเตียนผาที่เจาจะไวไคระกัษ เกียวกัษ จากการทดลองนี้
แสดงให้เห็นวว่า.....

แสง เกินทาง เป็นเส้นตรง	4. ดูกลับ เป็นรูปการทดลองแสงให้เห็นว่า <u>แสง เกินทาง เป็นเส้นตรง</u> ถึงแม้คุณสมบัติของแสงอันหนึ่งก็คือ แสงจะ เกินทาง เป็นเส้นตรง เมื่อผ่านตัวกลางชนิดหนึ่งชนิดใดเพียงชนิดเดียว เช่น ใต้น้ำ ในอากาศ ในแก้ว
	5. จากความรู้ที่ได้ในข้อ 4. เมื่อเราฉายไฟฉายไปในอากาศในเวลากลางคืน ฉายแสงที่เราส่ง เกาเห็นจะมีลักษณะ เป็น.....
เส้นตรง	6. หวังในกรณีที่เราส่องแสงผ่านรูเล็กๆ เราจะมีมองเห็นลำแสงในอากาศ เป็น.....
เส้นตรง	7. เมื่อแสงจากวัตถุสะท้อนเข้าตา ทำให้เกิดการมองเห็น แก่ตัววัตถุนี้ อยู่ไกลเกินไป มีขนาดเล็กเกินไป หรือวัตถุอยู่บังอยู่ การมองเห็นวัตถุนี้จะใช้หลักเวก จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือ หรืออุปกรณ์เข้ามาช่วย เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการมองเห็น และมีหลักการของวัตถุที่เราเรียกว่า <u>ทัศนอุปกรณ์</u>
	8. กล้องปริทรรศน์ กล้องสลับฉาย แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ และกล้องถ่ายรูป เป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อื่น ๆ เพื่อช่วยในการมองเห็น และมีหลักการของวัตถุ อุปกรณ์เหล่านี้เรียกว่า.....
ทัศนอุปกรณ์	9. นอกจากแสงจะปรากฏตามที่มีแสง เป็น แสงแล้ว ถ้าเรานำวัตถุไปกับแนวทางเดินของแสง เมื่อแสงนี้ไปกระทบกับผิวของวัตถุ แสงจะเกิดปรากฏการณ์ 2 ลักษณะ คือ <u>สะท้อน</u> และ <u>หักเห</u>

10. ถ้าเรานำแผ่นแก้วไปกั้นแนว ทางเดินของแสง เมื่อแสงนั้นไปตกกระทบ ขนผิวของแก้ว ลำแสงนั้นจะเกิดการ.....และ.....

สะท้อน
หักเห

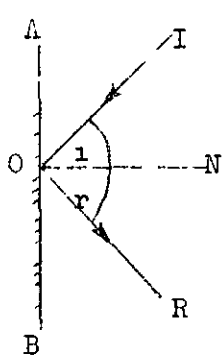
11. จากการที่แสงมีคุณสมบัติในการสะท้อน เมื่อแสงไปตกกระทบขนผิวของ วัตถุจะมีการสะท้อน เกิดขึ้นเสมอ ถึงแม้ว่าแสงไปตกกระทบบนผนัง แฉงจะเกิดการ.....

สะท้อน

12. การสะท้อนของแสงมีลักษณะคล้ายกับการสะท้อนของวัตถุ เช่นลูกบอล ก้อน ยี่เหล็กหางของการตกกระทบ และทิศทางของการสะท้อน แนวทางเดินของแสงที่ไปตกกระทบบนผิวของวัตถุเรียกว่า รังสีตกกระทบ ดังนั้นแนวทางเดินของแสงที่สะท้อนออกจากผิวของวัตถุ เรียกว่า....
.....

รังสีสะท้อน

13. จากรูปการสะท้อนของแสง AB เหนือ ของวัตถุ



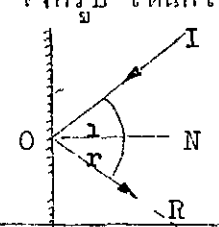
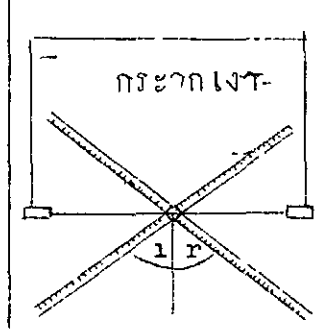
IO เหนือรังสีตกกระทบ
OR เหนือรังสีสะท้อน

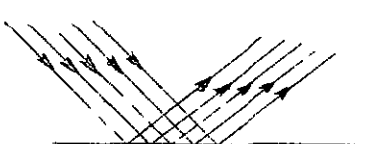
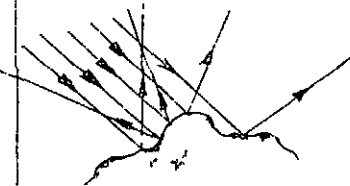
ตรงจุด หรือตำแหน่งจากกระทบบและสะท้อน(O)ของแสง ถ้าเราลากเส้นตั้งฉากกับผิวของวัตถุ เราเรียกเส้นนี้ว่า เส้นปกติ

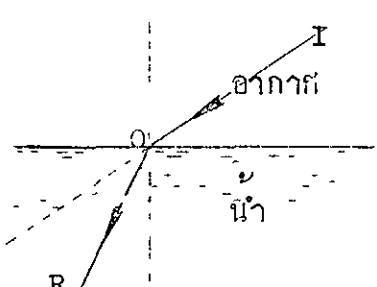
ON ตั้งฉากกับ AB ที่จุด O
ON เรียกว่า... ..

เส้นปกติ

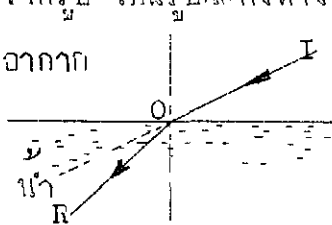
14. จากรูปข้อ 13. IO ทำมุม 1 กับเส้นปกติ ON มุม 1 เรียกว่า มุมตกกระทบ OR ทำมุม r กับเส้นปกติ ON มุม r เรียกว่า...
.....

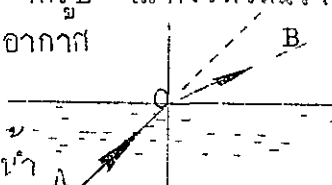
มุมสะท้อน	15. จากรูป ใต้หักเหในมุม 1 และมุม r หลังจากการวัดหักเห จะพบว่าขนาดของมุม 1 จะ.....ขนาดของมุม r 
เท่ากับ	16. จากการวัดแสดงว่า เมื่อแสงตกกระทบบนผิวของวัตถุ มุมตกกระทบ จะ.....มุมสะท้อน
เท่ากับ	17. มุม r ถ้ามุมสะท้อนเกิดจากรังสีสะท้อนกลับ ดำกับ เส้นปกติ และ มุม 1 ถ้ามุมตกกระทบ เกิดจาก.....กระทำกับ.....
รังสีตกกระทบบนเส้นปกติ	18. จากการวัดแสดงมีคุณสมบัติในการสะท้อน ดังนั้น เมื่อแสงไปตกกระทบบนกระจกที่วัดการสะท้อนของแสง เกิดขึ้น โดยมุมตกกระทบและมุมสะท้อน จะ.....
เท่ากับ	19. เกี่ยวกับการสะท้อนของแสงนี้ เรา มาทดลองให้เห็นไว้ว่า มุมตกกระทบ เท่ากับ มุมสะท้อน ดังรูป การทดลอง  ในการทดลองวางกระดาษเงาตั้งฉากกับพื้น ใช้ไม้บรรทัด 2 อันวางทำมุมกัน โดยให้ไม้บรรทัดอันหนึ่งอยู่ในแนวเส้นตรง เกี่ยวกันกับภาพของอีกอันหนึ่ง (เงาภาพ) สมบัติให้ไม้บรรทัดอันหนึ่งแทนแนวของรังสีตกกระทบ และอีกอันหนึ่งแทนแนวของรังสีสะท้อน จุดศูนย์กลางของไม้บรรทัดลากเส้นตั้งฉากกับกระจกบนแนวเส้นปกติ วัดมุม 1 และ มุม r จะไดขนาดของมุม 1 เท่ากับขนาดของมุม r

	20. จากความรู้ เรื่องการสะท้อนของแสง การสะท้อนของแสงบนวัตถุใดก็ตาม ยอมเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสงทั้งสิ้น ดังนั้น การสะท้อนของแสงบนผิวหน้า ยอมเป็นไปตาม..... การสะท้อนของแสงบนผิวกระจกเงา เป็นไปตาม..... การสะท้อนของแสงบนผิวกระจกเงา เป็นไปตาม.....
กฎการสะท้อน	21. กฎการสะท้อนของแสงกล่าวว่า 1. รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อนอยู่บนระนาบเดียวกัน 2. มุมตกกระทบ มุมสะท้อน
เท่ากัน	22. แสงที่ไปตกกระทบบนวัตถุที่ <u>ผิวมัน เรียบ</u> จะเกิดการสะท้อนอย่าง <u>เป็นระเบียบ</u>  แผนภาพฉากฉาก เรียบ ผิว มันนั้นจะสะท้อนแสง การสะท้อนแสงอย่าง เป็นระเบียบ
อย่าง เป็นระเบียบ	23. แผนกระจก แผ่นโลหะผิวมัน เรียบ กระจกเงา จะสะท้อนแสง
อย่าง เป็นระเบียบ	24. ถ้าแสงไปตกกระทบบนผิววัตถุที่ <u>ขรุขระไม่เรียบ</u> แสงจะสะท้อนอย่าง <u>ไม่เป็นระเบียบ</u>  การสะท้อนของแสงบนแผ่นกระจกเงา ไม่ เรียบ แสงจะสะท้อน..... การสะท้อนของแสงอย่าง ไม่เป็นระเบียบ

อย่างไม่เป็น ระเบียบ	25. การสะท้อนของแสงจากวัตถุที่ผิวขรุขระไม่เรียบ เช่นแผ่นไม้ แผ่นหิน จะเป็นการสะท้อน.....
อย่างไม่เป็น ระเบียบ	26. แสงจะเกิดการสะท้อนเมื่อไปตกกระทบผิวนูนของวัตถุ แสงจะเกิดการ สะท้อนใกล้หรือไวกี่ จะสะท้อนใกล้หรือไกลขึ้นอยู่ด้วยลักษณะ ของ....ของวัตถุ
ผิว	27. นอกจากแสงจะเดินทางเป็นเส้นตรง และปฏิกิริยาในการสะท้อน โดยผิว แสงยังเกิดการหักเหได้อีกด้วย โดยปรกติเมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดหนึ่งชนิดใดเฉียงชนิกเกี่ยว แสงจะเดินทางเป็นเส้นตรง เช่นเมื่อแสงเดินทางในอากาศ แสง จะเดินทางเป็นเส้นตรง ดังนั้น ในน้ำแสงจะเดินทาง..... ในแท่งแก้วแสงจะเดินทาง.....
เป็นเส้นตรง	28. เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลาง 2 ชนิด ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ในคราวเดียวกัน ทางเดินของแสงจะเบนไปจากแนวเดิม จากรูป IO เป็น ทางเดินของแสงในอากาศ OR เป็น ทางเดินของแสงในน้ำ ตรงมิตถุเราจะเห็นว่าทางเดิน ของแสงในน้ำจะ..... 

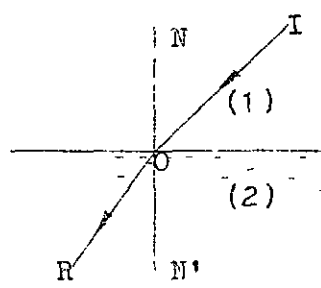
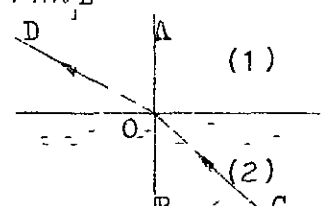
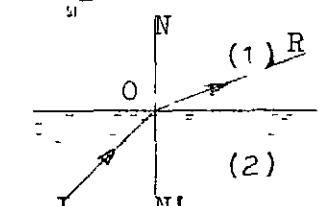
เม่นไปจาก แนว เเกิ	29. เมื่อแสง เเกิทางผาแกวกลาง 2 ชนิก เเกิแสงที่สะท้อนจากกอนหิน ถึกนล้าธารซึ่งมีน้ำใส แสงจะเเกิทางผาหน้าบละผาอากาศมาสู่ตา เรา หรือแสงจากตัวหังสือผาบนแกวและอากาศมาสู่ตาเรา หรือ ถาองกัวถึถึที่อยู่ใตกบแกวใส่น้ำ แสงจะถองเเกิทางผาแกวกลาง ถึง 3 ชนิกถึแกว น้ำ และอากาศมาสู่ตาเรา ในกรณีต่างๆ เหล่า นี้ แสงเเกิทางผาแกวกลางที่ถึกวางนหาบนแกวถึต่างกัน ถึงนั้น ทาง เเกิของแสงจะ.....
-----------------------	--

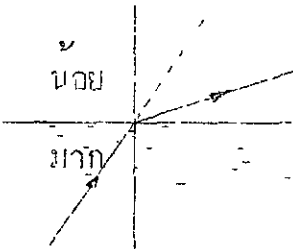
เม่นไปจาก แนว เเกิ	30. วากรูป เเกิรูปแสดงทาง เเกิของ แสง อากาศ  OR เป็นทาง เเกิของแสงในน้ำ IO เป็นทาง เเกิของแสงในอากาศ ทาง เเกิของแสงในน้ำจะ แนวทาง เเกิของแสง ในอากาศ
-----------------------	--

เม่นไปจาก อากาศ	31. วากรูป แสงให้ถึเห็นว่าทาง เเกิของแสงในอากาศจะ..... 
--------------------	---

เม่นไปจาก แนว เเกิ	32. ปรากฎการณที่ทาง เเกิของแสง เม่นไปจากแนว เเกิ เพื่อแสง เเกิทาง ผาแกวกลาง 2 ชนิกขึ้นไป เรียกว่า การหักเหของแสง ถึงนั้น เมื่อแสง เเกิทางผาอากาศและน้ำ แสงจะเกิดการ.....
-----------------------	--

หักเห	33. แสง เเกิทางจากอากาศสู่แกว วากรูปอากาศแสงถึจะเกิดการ
-------	--

หักเห	34. การหักเหของแสง คือ.....
การที่ทางเดินของแสงเบนไปจากแนวเดิมเปื่อย่านตัวกลางตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป	35. วาดภาพแสดงการหักเหของแสง  IO เป็นแนวทางการเดินของแสงในตัวกลางที่ (1) เรียกว่า <u>รังสีตกกระทบ</u> OR เป็นแนวทางการเดินของแสงในตัวกลางที่ (2) เรียกว่า <u>รังสีหักเห</u> NN' เป็นแนว <u>เส้นปรักติ</u>
	36. จากรูป  รังสีตกกระทบ คือ..... รังสีหักเห คือ..... เส้นปรักติ คือ.....
CO CD AB	37. จากรูป  รังสีตกกระทบ คือ..... รังสีหักเห คือ..... เส้นปรักติ คือ.....
IO OR NN'	38. การหักเหของแสงจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของตัวกลางทั้งสอง ถ้าตัวกลางที่ 1 มีความหนาแน่นน้อยกว่าตัวกลางที่ 2 เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 เข้าสู่ตัวกลางที่ 2 แสงหักเหในตัวกลางที่ 2 จะเบนเข้าหาเส้นปรักติ ถ้ามีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ เมื่อแสงเดินทางจากอากาศเข้าสู่ น้ำ รังสีหักเหในน้ำจะ.....

เบนเข้าหาเส้น ปกติ	39. แสงแกว่งที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ เมื่อแสงเดินทางจากน้ำเข้าสู่ แก้ว รังสีหักเหในแก้วจะ.....
เบนเข้าหาเส้น ปกติ	40. เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า เข้าสู่ ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า รังสีหักเหจะ.....
เบนเข้าหาเส้น ปกติ	41. ในตารางกันขามตาแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก เข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นปกติ น้ำที่มีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ แสง เดินทางจากน้ำขึ้นเข้าสู่อากาศ รังสีหักเห ในอากาศจะ..... 
เบนออกจากเส้น ปกติ	42. แสงที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ แสงเดินทางจากแก้วเข้าสู่ น้ำ รังสีหักเหในน้ำจะ.....
เบนออกจากเส้น ปกติ	43. แสงเดินทางจากแก้ว เข้าสู่อากาศ รังสีหักเหในอากาศจะ
เบนออกจากเส้น ปกติ	44. เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก เข้าสู่ตัวกลาง ที่มีความหนาแน่นน้อย รังสีหักเหจะ... ..
เบนออกจากเส้น ปกติ	45. เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย เข้าสู่ตัวกลาง ที่มีความหนาแน่นมาก รังสีหักเหจะ.....
เบนเข้าหาเส้น ปกติ	<u>สิ่งควรจำ</u> เมื่อรังสีแสงตกตั้งฉากกับผิวของตัวกลาง รังสีแสงนั้น จะไม่เกิดการหักเห

46. แกรมีค่าความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ถ้ามีความหนาแน่นจากกว่าอากาศ
 เมื่อแสง เดินทางจากแก้ว เข้าสู่น้ำ รังสีหักเหในน้ำจะ.....
 เมื่อแสง เดินทางจากน้ำ เข้าสู่อากาศ รังสีหักเหในอากาศจะ.....
 เมื่อแสง เดินทางจากแก้ว เข้าสู่อากาศ รังสีหักเหในอากาศจะ.....
 เมื่อแสง เดินทางจากน้ำ เข้าสู่น้ำ รังสีหักเหในน้ำจะ.....
 เมื่อแสง เดินทางจากอากาศ เข้าสู่น้ำ รังสีหักเหในน้ำจะ.....
 เมื่อแสง เดินทางจากอากาศ เข้าสู่น้ำ รังสีหักเหในน้ำจะ.....

นอกจากเส้นปกติ
 นอกจากเส้นปกติ
 นอกจากเส้นปกติ
 นอกจากเส้นปกติ
 นอกจากเส้นปกติ
 นอกจากเส้นปกติ

47. จงเขียนทางเดินของแสงให้สมบูรณ์โดยใช้ความรู้จากข้อ 46.

48. การหักเหมี 2 ลักษณะ คือ

- 1) การหักเหจะ.....เมื่อแสง เดินทาง เข้าสู่น้ำ
 ที่กลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า
- 2) การหักเหจะ.....เมื่อแสง เดินทาง เข้าสู่น้ำ
 ที่กลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า

นอกจากเส้นปกติ
 นอกจากเส้นปกติ

49. จากภาพแสดงการหักเห

IO คือ รังสีตกกระทบ
 OR คือ รังสีหักเห
 NN' คือ เส้นปกติ
 i คือ มุมตกกระทบ
 r คือ มุมหักเห

มุม i คือมุมที่รังสีตกกระทบกระทำกับ.....
 มุม r คือมุมที่.....กระทำกับเส้นปกติ

จากที่เรียนว่าแสงข้างตกเกิดบนรั้วก็ถูกแสงมีกึ่งของแสง 3 ประการคือ

1. แสงจะเกิดทางเป็นเส้นตรง เมื่อเกิดทางแล้วกลางหนึ่งชนิดก็เกิดอย่างเดียว
2. แสงจะเกิดการหักเห เมื่อเกิดทางผ่านผิวคอดเองก็กลางทั้งกับ 2 ชนิดขึ้นไป
3. แสงจะเกิดการสะท้อน เมื่อเกิดทางไปกระทบผิวของวัตถุ

นักเรียนมีปัญหามากไหมจากการทดลองนี้ ถ้าไม่มีปัญหาให้ทำแบบฝึกหัดข้างท้ายนี้ต่อไป ถ้ามีปัญหาก็กลับไปทบทวนใหม่เพื่อความเข้าใจ

แบบฝึกหัด

1. ในตัวกลางชนิดหนึ่งชนิดใดแสงจะเกิดทางเป็น.....
2. เมื่อแสงเกิดทางผ่านตัวกลางชนิดหนึ่งไปสู่ตัวกลางอีกชนิดหนึ่ง ในแนวเอียงทำมุมกับผิวคอดของตัวกลาง แสงจะ.....ตามแสงเกิดทางจากตัวกลางที่.....ไปสู่ตัวกลางที่.....แสงจะหักเห.....
แนวเข้าหาแนวปกติ และเมื่อแสงเกิดทางจากตัวกลางที่.....
ไปสู่ตัวกลางที่.....แสงจะหักเห.....ออกจากแนวปกติ
ถ้าแสงตกตั้งฉากกับผิวคอดของตัวกลาง แสงจะ.....
3. เมื่อแสงตกกระทบบนผิวของตัวกลางแสงจะ.....ถ้าผิวของวัตถุเป็นมันเรียบแสงจะ.....ถ้าผิวขรุขระไม่เรียบ แสงจะ.....
.....
4. การสะท้อนของแสงจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสงแสงตกเกิด
 1)
 2)

ภาพ

50. ภาพ เกิดจากรังสีสะท้อน หรือ รังสีหัก หบาทักกัน หรือเสมือนมาตักกัน ดังนั้นภาพที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้น กี่ใน องค์กัษณะ กี่

1) ภาพที่เกิดขึ้นจากการระหว ของแสง เช่น ใบกรณีของภาพที่เกิดขึ้นจากกระจก

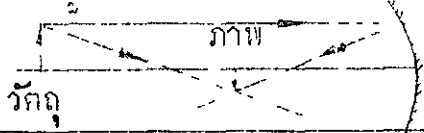
2) ภาพที่เกิดขึ้นจากการหัก หของแสง เช่น ใบกรณีของภาพที่เกิดขึ้นจากเลนส์

ถ้ารังสีแสงนั้นสะท้อน หรือหัก เหมือน ตัดกันจริง ๆ ภาพที่เกิดขึ้น เรียกว่า ภาพจริง ถ้ารังสีสะท้อน หรือรังสีหัก เหมือน เสมือนมาตักกัน ภาพที่เกิดขึ้น เรียกว่า ภาพเสมือน

51. เมื่อส่องจากวัตถุหัก เหมือน เลนส์นูน ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้น เป็นภาพที่เกิดจาก..... ของแสง

การหักเหของแสง 52. เมื่อเราส่องกระจก ภาพของตัวเราที่ปรากฏขึ้นในกระจก เป็นภาพที่เกิดจาก..... ของแสง

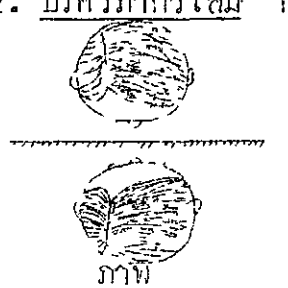
การสะท้อนของแสง 53. จากรูป รังสีสะท้อนจากกระจกโค้งมาตักกันจริงๆ หน้ากระจก

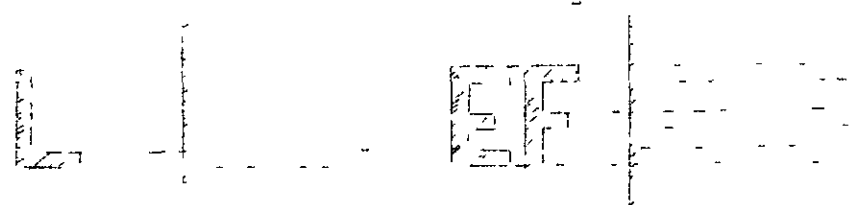
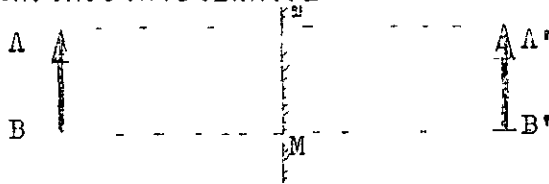


ดังนั้นภาพที่เกิดขึ้นเป็น.....

ภาพจริง 54. รังสีสะท้อนจากกระจกนูน เสี่ยงนไปตักกันด้านหลังกระจก ภาพที่เกิดขึ้นเป็น.....

ภาพเสมือน 55. รังสีสะท้อนจากกระจกเงาราบ เสี่ยงนไปตักกันด้านหลังกระจก ภาพที่เกิดขึ้นเป็น.....

ภาพเสมือน	56. รังสีหักเหผ่านเลนส์นูนไปตกกันจริง ๆ หลัง เลนส์ ภาพที่เกิดขึ้น เป็น.....
ภาพจริง	57. รังสีหักเหผ่านเลนส์เว้า เหมือนไปตกกันหน้าเลนส์ ภาพที่เกิดขึ้น เป็น.....
ภาพเสมือน	58. เราจึงสรุปได้ว่าภาพที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปที่เรา เห็น จะ เกิดขึ้นจาก สองลักษณะ คือ 1)..... 2).....
ภาพที่เกิดขึ้น จากการหักเห ภาพที่เกิดขึ้น จากการสะท้อน	59. ชนิดของภาพที่เกิดขึ้นมีสองอย่าง คือ 1)..... 2).....
ภาพจริง ภาพเสมือน	60. ลักษณะของภาพตัว เราที่เกิดขึ้นในน้ำจะ เป็น..... และภาพของตัว เราที่เกิดขึ้นในกระจกเงา เป็น.....
ภาพที่เกิดขึ้น จากการหักเห, ภาพที่ เกิดจากการสะท้อน	61. ภาพจริงคือ..... ภาพเสมือนคือ.....
ภาพที่เกิดขึ้น จากรังสีหักเห สะท้อนหรือหักเห ไปตกกันจริง, ภาพ ที่เกิดขึ้นจากรังสีสะท้อน หรือรังสีหักเหเสมือน ไปตกกัน	62. <u>ปรัศว์ภาพวิไลม</u> คือภาพเสมือนที่คล้าย เป็นขวา กลั้มขวา เป็นซ้าย เมื่อเราส่องกระจก ถ้าเราสั้กคณมทางคานขวา ภาพที่ปรากฏในกระจกจะ เห็น เป็นสั้กคณมซ้าย กั้งนั้นลักษณะของภาพที่ปรากฏในกระจก เรียกว่า  ภาพ

ปริศนาวิไล	63. ลักษณะของภาพที่ปรากฏในน้ำ ก็เป็นภาพเสมือนที่คล้าย เป็นขวา เหมือนกับภาพที่เกิดในกระจกเงา ดังนั้นการที่เกิดในน้ำเป็น... จึงมีขนาดเท่ากับวัตถุ
ปริศนาวิไล	64. ภาพที่เกิดในกระจกเงา นอกจากจะเป็นปริศนาวิไล และมีขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุแล้ว ยังมีระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุอีกด้วย ถ้าเราอยู่นอกกระจกเงา 1 เมตร ภาพของตัวเราที่ปรากฏด้านหลังกระจก ห่างจากกระจก.....
1 เมตร	65. ถ้าจุด P แทนตำแหน่งของวัตถุที่อยู่นอกกระจกเงา จงเขียนตำแหน่งภาพของจุด P ที่เกิดขึ้นด้านหลังกระจก 
	66. จงเขียนลักษณะและตำแหน่งของภาพให้สมบูรณ์ 
	67. ถ้า  แทนวัตถุที่วางไว้หน้ากระจกเงา ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้นด้านหลังกระจกจะเป็นดังรูป  ถ้า AB สูง 10 ซม. A'B' จะสูง... ซม. ระยะ BM ห่างจากกระจก 30 ซม. ระยะ MB' จะเท่ากับ..... ซม.

10 ชม.

30 ชม.

68. ถ้า $\square$ แทนกระจกเงา จงเขียน $\square$ ลงเรียงตำแหน่งของกระจก
ซึ่งอยู่ระหว่าง A และ A' โดย A เป็นวัตถุ A' เป็นภาพของ
วัตถุ A



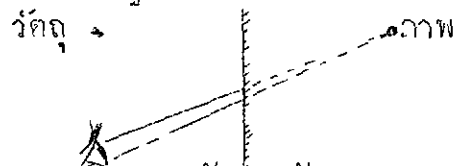
จงอธิบายวิธีการหาวิธีการต่อไปนี้ให้เข้าใจโดยไม่ต้องเก็บอะไรลงไป

ในการเขียนภาพทางเดินของแสงที่ทำให้เกิดภาพในกระจกเงาทำได้อย่างไร
วัตถุ • ภาพ

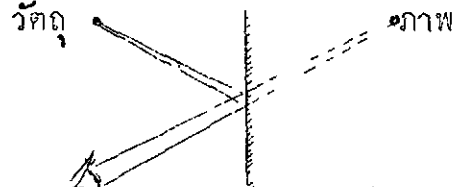
1. กำหนดตำแหน่งของตาที่มอง เห็นภาพ
วัตถุ • ภาพ



2. ลากเส้นตรง 2 เส้นจากภาพมาหาตา โดยให้เส้นที่อยู่หลังกระจก
เป็นเส้นประ (....) เส้นที่อยู่หน้ากระจกเป็นเส้นแข็ง (—)



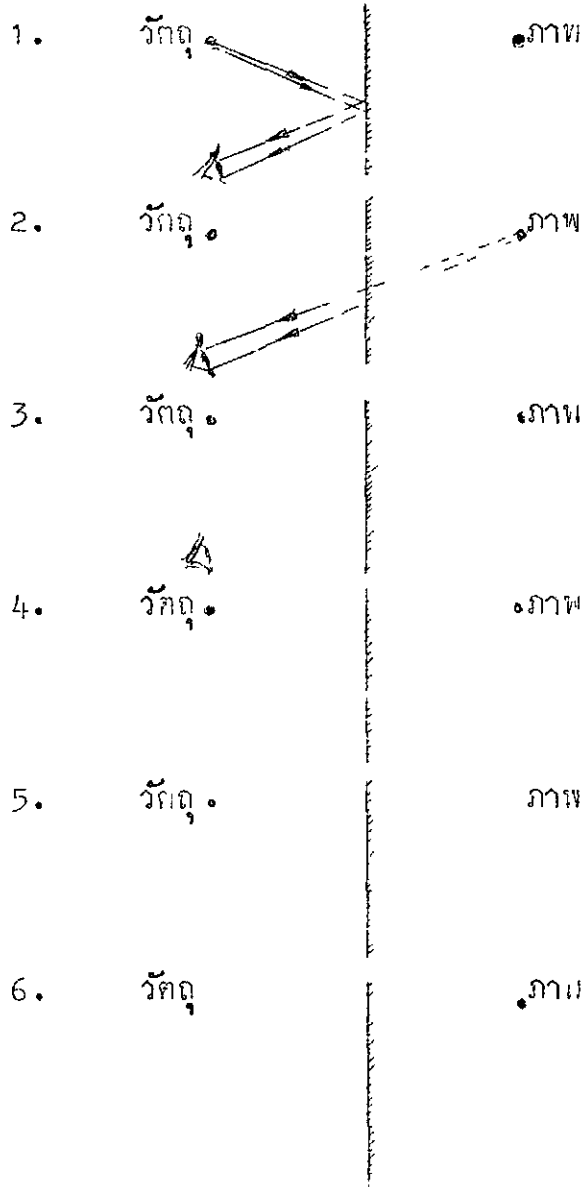
3. จากจุดที่เส้นตรงตัดกับแนวกระจกให้ลากเส้นตรงไปยังวัตถุ



4. เขียนหัวลูกศรแสดงทิศทางการเดินทางของแสง ก็จะได้นิยามภาพและการ
เกิดภาพจากกระจกเงา



69. จงต่อแนวทางการเดินทางของแสงให้สมบูรณ์



70. ลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเงาจะเป็น.....หัวตั้ง
 อยู่ด้านหลังกระจก มีขนาดภาพ.....ขนาดวัตถุ ระยะภาพ
ระยะวัตถุ กลับซ้ายเป็นขวาหรือเรียกว่า.....

ภาพ เลี้ยว เท่ากับ เท่ากับ ปริศนาวิไล ในการสะท้อน	71. นักเรียนบางคนอาจเคยใช้กระจกเงารับแสงแล้วฉายเข้าหน้าเพื่อน ที่ทำเช่นนั้นได้เพราะแสงมีคุณสมบัติ..... เมื่อแสงตก กระทบบนผิวของกระจก 72. นักเรียนเคยทราบมาแล้วว่าการสะท้อนของแสงบนผิวของวัตถุ จะเดินไปตามกฎการสะท้อนของแสง คือ 1)..... 2).....
รังสีตกกระทบ เส้นปกติ รังสีสะท้อนกลับ ระนาบเดียวกัน	73. กระจกเงาราบสามารถสะท้อนแสงได้ กฎการสะท้อนของแสง และทำให้เกิดภาพเนื่องจากการสะท้อนได้ ดังนั้น เมื่อเรานำวัตถุ ไปวางไว้หน้ากระจกเงา กระจกเงาจะหาในเกิด.....ขึ้น ตาหลังกระจก
มุมตกกระทบ เท่ากับมุมสะท้อน ภาพ	74. เมื่อเรานำวัตถุไปวางไว้หน้ากระจกเงา แสงจากวัตถุจะ..... ที่กระจกเงาแล้วมาหาเรา ทำให้เราพบเห็น.....ของวัตถุนั้น
สะท้อน ภาพ	75. ถ้าแสงจากวัตถุทำมุมตกกระทบ 30° แสงที่สะท้อนเข้าตาเราจะทำ มุมสะท้อน..... และรังสีตกกระทบจะทำมุม..... กับรังสี สะท้อน ซึ่งเดินไปตามกฎการสะท้อนของแสง
30° 60°	76. ถ้าเปลี่ยนขนาดของมุมตกกระทบ เป็น 45° แสงที่สะท้อนเข้าตาจะทำ มุมสะท้อน..... นั่นก็หมายความว่าในทิศทางทำมุม..... กับวัตถุ
45° 90°	77. ถ้าเราอยู่ในทิศทางทำมุม 120° กับวัตถุ รังสีตกกระทบจะทำมุม กับกระจก และรังสีที่สะท้อนจากกระจกจะทำมุมสะท้อน เป็น.....

30° 60°	78. ดังนั้นเราจึงสรุปได้ว่ากระจกเงาสามารถใช้ส่องดู.....ของวัตถุ ที่อยู่ในแนวเฉียงทำมุมต่างๆ ได้
ภาพ	79. นั่นก็เพราะเราสามารถบังคับให้รังสีสะท้อน ให้ทิศทางตามที่เรต้องการได้ โดยการ เปลี่ยนขนาดของมุม... ..หรือมุม.....จากการหมุนกระจก
ผลกระทบ ระนาบ	80. จง เขียนภาพทาง เกิดของแสงในหมวกรูเข็มกลัดแสง เกิดการสะท้อน 1) 2)
	81. จง เขียนแผนภาพทาง เกิดของแสงเมื่อ แสง เกิดการสะท้อน 2 ครั้ง ให้สมบูรณ์
	82. จากแผนภาพใน 81. จะเห็นว่ารังสีตกกระทบบนที่ M ₂ และรังสี สะท้อนจาก M ₁ มีแนวทางเดิน.....กัน

ขนานกัน

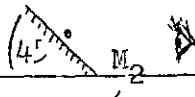
83. จากวิธีข้างต้นถ้าแสงตกกระทบ เป็นแสงที่มาจากวัตถุ เมื่อเรามองจากรังสีว่ารังสีที่สะท้อนจากวัตถุ (ดังรูป) เราสามารถมองเห็น.....



ของวัตถุได้ เพราะแสงจากวัตถุจะ.....เข้าตาเราทำให้เกิดการมองเห็น และ เป็นการสะท้อน.....ครั้ง

ภาพ
สะท้อน
2 ครั้ง

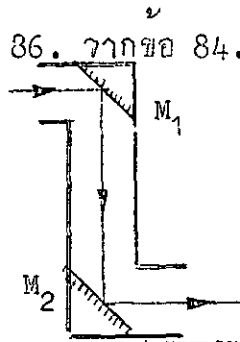
84. ถ้าเราใช้กระจกเงา 2 บานหันหน้าเข้าหากัน แต่ละบานเอียงทำมุม 45° กับแนวระนาบ (ดังรูป) จงเขียนแผนภาพแสดงทางเดินของแสงที่เกิดจากการสะท้อน 2 ครั้ง โดยแสงตกกระทบที่ M_1 ทำมุมตกกระทบ 45°



85. จากข้อ 84. เราจะไข่มุมสะท้อนจากกระจก M_2 เท่ากับ.....° และรังสีตกกระทบบน M_1 จะมีแนว.....กับรังสีสะท้อนจาก M_2

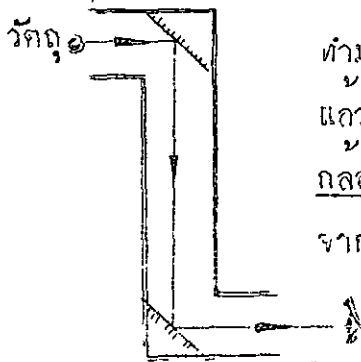
45°
ขนาน

86. จากข้อ 84. ถ้าเรานำกระจกทั้ง 2 บานไปติดไว้ในกล่อง (ดังรูป) เราจะไขว้กระจก M_1 และ M_2 ทำมุม.....° กับกล่อง และรังสีที่ขนานกับกล่องจะทำมุม.....° กับกระจก



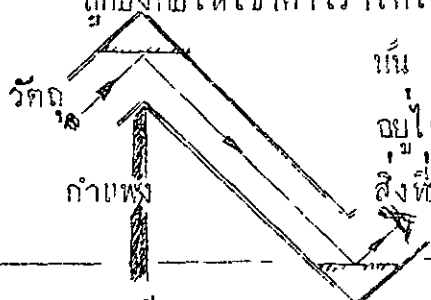
45°
 45°

87. จากหลักการที่เรานำกระจกเงา 2 บานหันหน้าเข้าหากัน และแต่ละบานทำมุม 45° กับแนวของกล่อง เมื่อประกอบเสร็จแล้ว เราเรียกอุปกรณ์นี้ว่า กล้องปริทรรศน์ หรือ กล้องตาเรือ
จากรูป ก็คือรูปของ.....

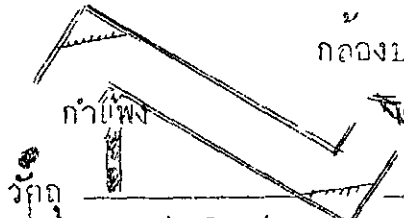


กล้องปริทรรศน์
หรือกล้องคา เรือ

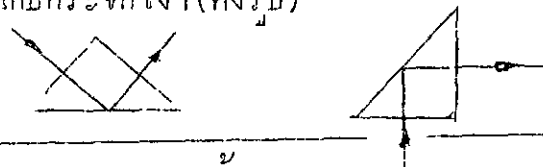
88. เมื่อเราใช้กล้องคา เรือ หรือกล้องปริทรรศน์มองวัตถุ แสงจากวัตถุจะ
ถูกบังทำให้เราตาเราได้โดยการสะท้อน เราจึงมอง เห็นภาพของวัตถุ
เห็น กล้องชนิดนี้สามารถใช้มองวัตถุที่อยู่
อยู่ไกล โดยการขยายบนของกล้องใหญ่เห็น
สิ่งที่บัง (คังรูป)



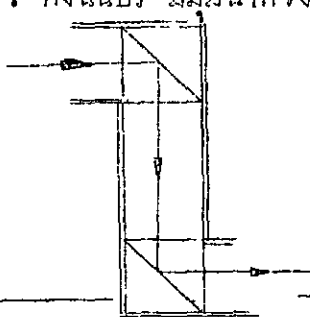
89. จง เขียนทาง เกิดของแสงจากวัตถุเข้าสู่อตา เมื่อเราชมวัตถุโดยใช้
กล้องปริทรรศน์



90. จากการ เรียบในชั้น ม.ศ. 2 เราทราบว่าปริซึมมุมฉากสามารถสะท้อนแสง
ได้เช่นเดียวกับกระจกเงา (คังรูป)

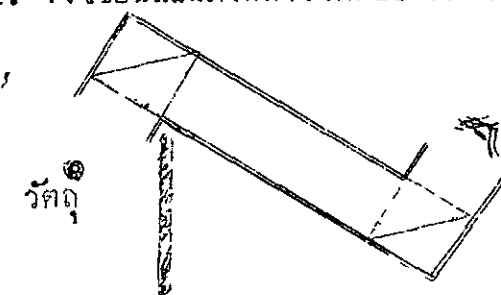


91. ดังนั้นปริซึมมุมฉากจึงสามารถใช้แทนกระจกเงารวมในกล้องปริทรรศน์แบบ
เคมได้ โดยวางปริซึมไว้คังรูป ด้านที่แสงผ่านไ้
คือด้านประกอบมุมฉาก และด้านที่สะท้อนแสงได้
เช่นเดียวกับกับกระจกเงาก็คือด้าน.....มุมฉาก

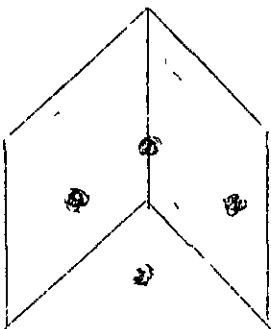
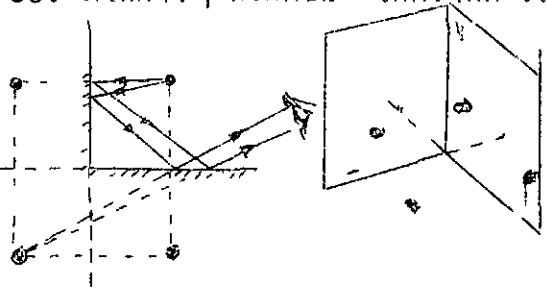


ทรงสาม

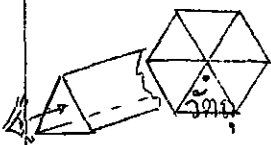
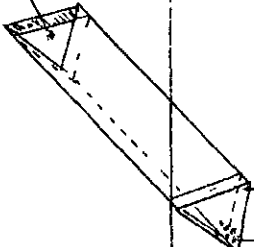
92. จง เขียนแผนภาพทาง เกิดของแสงจากวัตถุเข้าสู่อตา เมื่อเรามองวัตถุ
โดยใช้กล้องปริทรรศน์



	92. กล้องปริทรรศน์อย่างง่ายประกอบด้วย..... ..2บาน หรือ..... ..2อันวาง เอียงขนานกันอยู่ภายใน.....
กระจกเงา ปริซึม กล้อง	93. กล้องปริทรรศน์ที่ใช้ในเรือดำน้ำจะไขปริซึมสะท้อนแสง และมีเลนส์ สำหรับหมุนโคโยรอบ มีเลนส์ช่วยในการขยายภาพ ดังนั้นกล้อง ปริทรรศน์จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า.....
กล้องตาเรือ	94. ทัศนอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่องดูวัตถุที่วัตถุแม้อยู่เรียกว่า.....
กล้องปริทรรศน์ หรือกล้องตาเรือ	95. ทัศนอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการสะท้อนของแสง ที่ใช้สำหรับส่อง ดูวัตถุที่มีสิ่งอื่นบังอยู่ เรียกว่า.....
กล้องปริทรรศน์ หรือกล้องตาเรือ	96. กล้องปริทรรศน์ คือ.....
กำหนดข้อ 95.	97. จงบอกประโยชน์ของ กล้องปริทรรศน์มาเท่าที่ทราบ 1) 2) 3)..... 4).....
	98. กระจกเงาสามารถสะท้อนแสงและทำให้เกิดภาพเสมือนด้านหลังกระจกได้ ถ้าเราส่องกระจก จำนวนภาพที่เราที่เกิดขึ้นด้านหลังกระจกจะมี.. ภาพ

1	99. ถ้าเราเพิ่มกระจกเงาเป็น 2 บานวางตัวมุกกันตั้งภาพ แล้วนำวัตถุมาวางระหว่างกระจกทั้งสอง, จำนวนภาพที่เกิดขึ้นจะมีมากกว่า 1 ภาพ และถ้าเราเปลี่ยนขนาดของมุมระหว่างกระจก จำนวนภาพที่เกิดขึ้นก็จะเปลี่ยนไปเลย เราสามารถกำหนดหาจำนวนภาพที่เกิดขึ้นได้จาก สูตร $N = \frac{360}{\theta} - 1$ ในเมื่อ N แทนจำนวนภาพ θ แทนขนาดของมุมระหว่างกระจก (ถ้า θ หาค่า 360 แล้วเหลือเศษให้หักลบเป็น 1 เสมอ) 
	100. ภาพต่างๆ ที่เกิดขึ้น เกิดจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุ และจากภาพของวัตถุ สะท้อนกลับไปกลับมา ระหว่างกระจกเงาตั้ง 2 บาน (ตั้งรูป) แล้ววางกระจกเงาตัวมุกกันเป็น 90° จำนวนภาพที่เกิดขึ้นเป็น.....ภาพ 
3	101. ถ้ากระจกเงาตัวมุก 120° จงหาจำนวนภาพที่เกิดขึ้น จากสูตร $N = \frac{360}{\epsilon} - 1$ $= \frac{360}{120} - 1$ $= 3 - 1$ จำนวนภาพเท่ากับ.....ภาพ
2	102. ถ้ากระจกเงาตัวมุก 60° จะเกิดภาพ.....ภาพ

5	103. ถ้าต้องการให้เกิดภาพในกระจกจำนวน 9 ภาพ มุมระหว่างกระจกจะเป็น.....
36°	104. นักเรียนจะเห็นว่าจำนวนภาพจะลดลงเมื่อมุมระหว่างกระจกเพิ่มขึ้น และจำนวนภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่อมุมระหว่างกระจกเล็กลง จึงเป็นไปตามสูตร = ...
$N = \frac{360}{\theta} - 1$	105. ถังน้ำถ้ากระจกเงาทั้งสองบานขนานกัน หรือทำมุม.....° ต่อกัน จำนวนภาพที่เกิดขึ้นจะมากจนนับไม่ถ้วน (อินฟินิต)
0°	106. จากหลักการของการเกิดภาพเมื่อกระจกเงา 2 บานทำมุมกัน นำมาสร้างทัศนอุปกรณ์อย่างหนึ่งเรียกว่า กล้องสลับหลาย (Kaleidoscope) เพื่อใช้ของรูปภาพของวัตถุให้เกิดลวดลายแปลกๆ สวยงาม เป็นประโยชน์ในการประดิษฐ์ภาพพิมพ์ และประดิษฐ์ลายต่างๆ ในการสร้างกล้องสลับหลายอาศัยหลักการของ.....
การเกิดภาพเมื่อกระจกเงาทำมุมกัน	107. กล้องสลับหลายประกอบด้วยกระจกเงา 2 หรือ 3 บานที่ชันมากกว่ายาวเท่ากัน นำมาประกบกันให้เฉียงทำมุม 60° ดังรูป ดังนั้นจำนวนภาพที่เกิดขึ้นจากกล้องสลับหลายเป็น.....ภาพ
5	108. โดยทั่วไปนิยมใช้กระจกเงา 3 บานที่ชันมากกว่ายาวเท่ากัน นำมาประกบติดกันให้แน่นโดยไขควงแปดขันรอบๆ ถังนั้นมุมระหว่างกระจกแต่ละคู่จะเท่ากับ.....องศา

60°	109. เมื่อเรามองเข้าไปในกล้องสลับลาย จะเห็นเป็นรูปหกเหลี่ยม  ดังนั้นถ้าเรานำวัตถุใส่ไว้ภายใน จะเกิดภาพของวัตถุจำนวน.....ภาพ
5 กระจกทึบเจาะรู  ปิดกระจกฝ้า ขึ้นกระจกใส	110. ถ้าเราปิดด้านใดด้านหนึ่งด้วยกระจกฝ้า หรือกระจก แล้วภายใน ใส่กระจกสีหรือวัตถุอื่นลงไป เสร็จแล้วปิด อีกด้านหนึ่งด้วยกระจกทึบแสง เจาจะรูตรง กลางสำหรับมองดู(ตั้งรูป) อุปกรณ์ที่ได้เรา เรียกว่า.....
กล้องสลับลาย	111. ถ้าเรานำกล้องสลับลายที่ได้ไปส่องดูวัตถุที่มีแสงสว่าง เราจะมอง เห็นภาพของวัตถุเป็นเลวคล้ายแปลกๆ สวยงามเป็น จำนวน.....แฉกเมื่อรวมกับวัตถุ(ตั้งรูป)  และถ้าเราเปลี่ยนรูปร่างของวัตถุลักษณะของภาพ ที่ได้ก็จะ.....ด้วย
6 เปลี่ยน	112. กล้องสลับลายคือ..... มีประโยชน์คือ 1)..... 2)..... 3).....

แบบฝึกหัด

1. เราจะมองเห็นวัตถุต่างๆ ใกล้ๆ เมื่อปี.....จากวัตถุ.....เข้าหาเรา
2. เมื่อวัตถุนั้นเล็กไป หรืออยู่ไกลเกินไปตาเรามองเห็นวัตถุนั้นโดยยาก แต่ตาเรามียุพกรตที่สร้างขึ้นโดยอาศัยดัดและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องแสง เราก็จะมองเห็นวัตถุเหล่านั้นได้ ยุพกรตต่างๆ เหล่านั้นเรียกว่า.....
3. กล้องปริทรรศน์สร้างขึ้นโดยอาศัย.....ของแสง
4. กล้องจุลทรรศน์สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการ.....เนื่องจากกระฉากเงา 2 บานผ่านกัน
5. เพื่อต้องการดูวัตถุที่อยู่สิ่งอื่นบังอยู่ เราควร เลือกลักษณะ.....ส่องดู เพื่อช่วยในการมองเห็น
6. เพื่อต้องการประจักษ์จากหลายแหล่งๆ เราใช้.....เป็นเครื่องช่วย
7. กล้องตา เรือใช้ปริซึมดูสภาพเคี้ยวขนมจากแดนครฉากเงาใดเพราะ.....
8. กล้องสัณนิบาตประกอบด้วยกระฉากเงา 3 บานวางทำมุม 60° แกกัจะ เกิดภาพลวงลายที่เห็นภาพเสมือน จำนวน.....ภาพ

สิ่งควรทำ

ให้นักเรียนทดลองสร้างกล้องปริทรรศน์อย่างง่ายโดยใช้กระฉากเงา 2 บาน ประกอบในกล้อง ตามหลักการที่นักเรียนมาแล และทดลองสร้างกล้องสัณนิบาตโดยใช้กระฉากเงา 3 บาน ขนาดกว่า ยาวเท่ากันมาประกบกัน (กระฉากเงาหาได้จากกระดาษตัดกระฉาก)

เลนส์ (Lens)

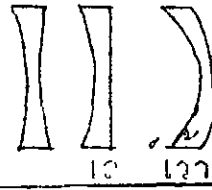
1. เลนส์ (Lens) คือตัวกลางโปร่งใส ที่ผิวโค้งตามลักษณะหนึ่ง หรือ
ทั้งสองด้าน จะกล่อกางและรวมแสงเข้าไว้ด้วยกัน
เสมอ มี 2 ชนิดคือ

1) เลนส์นูน (Convex lens) คือเลนส์ที่มีผิวโค้งนูนมากกว่าขอบ
ที่ผิวโค้งนูนรับแสง มีสมบัติในการรวมแสง

2) เลนส์เว้า (Concave lens) คือเลนส์ที่มีผิวเว้ามากกว่าขอบ
ที่ผิวเว้ารับแสง มีสมบัติในการกระจายแสง



เลนส์นูน



เลนส์เว้า

2. แสงที่ตกกระทบผิวโค้งนูนของเลนส์นูน จะรวมกันที่จุดหนึ่ง
เป็น.....

เลนส์เว้า

3. แสงที่ตกกระทบผิวเว้าของเลนส์เว้า จะกระจายออก
เป็น.....

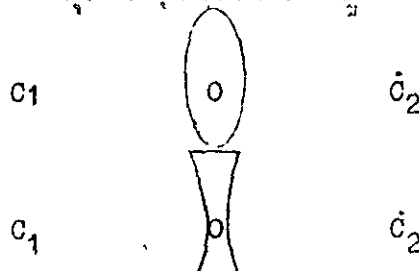
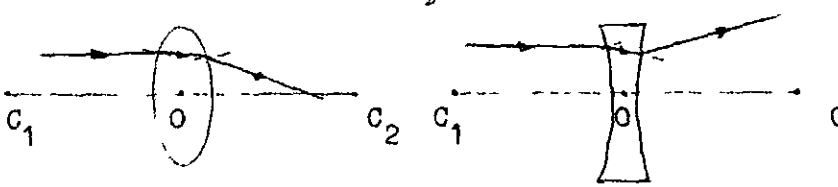
เลนส์นูน

4. เมื่อแสงตกกระทบบนเลนส์ จะเกิด 3 อย่าง คือ เลนส์นูนรวมแสง
แสงที่

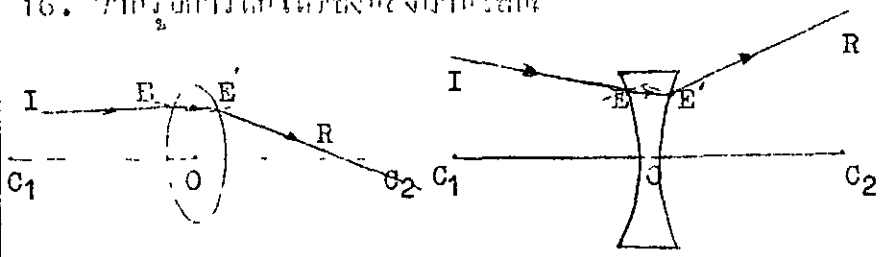
1) แสงจะหักเหเข้ามาหาเส้นปกติ ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่
มีความหนาแน่นน้อยไปตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก

2) แสงจะหักเหออกห่างจากเส้นปกติ ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลาง
ที่มีความหนาแน่นมากไปตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย

3) ถ้าแสงเดินทางตั้งฉากกับผิวของตัวกลาง จะไม่เกิดการหักเห
ทั้งนี้เมื่อแสงตกบนเลนส์นูน รังสีจะ..... เส้นปกติ
เมื่อแสงตกบนเลนส์เว้า รังสีจะ..... เส้นปกติ

จุดศูนย์กลาง หรือจุดกึ่งกลางแนว	10. O เป็นจุดแบ่งครึ่งทางยาวของ เส้น CC_1 หรือไม่เรียกว่า
จุดศูนย์กลาง หรือ จุดกึ่งกลาง เส้น	11. จุดศูนย์กลาง คือ.....
จุดแบ่งครึ่งทางยาว ของ เส้น	12. ในภาพ เส้นแนว CC_1 เกี่ยวข้องกับ เส้น CC_2 อย่างไร <u>ไม่เกี่ยวข้อง</u> เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม C_1C_2 หรือไม่.....
ไม่เกี่ยวข้อง	13. เส้นตรง CC_1 ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม C_1C_2 หรือไม่ หรือไม่เรียกว่า <u>เส้นหลัก</u> (Principle axis) C_1 และ C_2 เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม C_1C_2 และ O คือ จุดศูนย์กลาง ดังนั้น C_1OC_2 คือ.....
เส้นหลัก หรือ เส้น	14. วาดเขียน CC_1 และ CC_2 ของวงกลม C_1C_2 ให้ 
	15. เขียน CC_1 และ CC_2 ของวงกลม C_1C_2 ให้  เส้น CC_1 และ CC_2 เป็นเส้นหลักหรือไม่.....

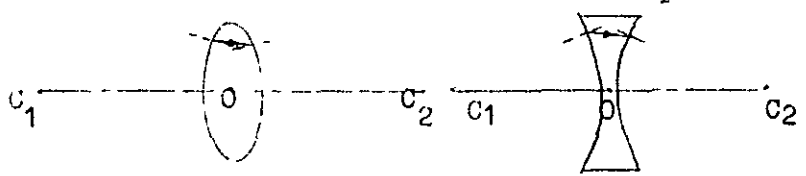
16. วาดรูปการหักเหของแสงผ่านเลนส์



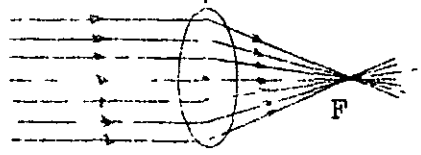
- IE ก่อรังสีตกกร.พบที่ผิวด้านซ้าย
- IE' ก่อรังสีหักเหในเลนส์แล้วเป็นรังสีตกกร. พบที่ผิวด้านขวา
- EH' รังสีหักเหไปออกจาก
- รังสีหักเหในเลนส์จะ.....เป็นรังสี
- รังสีหักเหไปออกจากจะ.....เป็นรังสี

เลนส์เข้าหา
เลนส์ออกจาก

17. วาดรูปการหักเหของแสงในเลนส์กำลังเข้าและออก



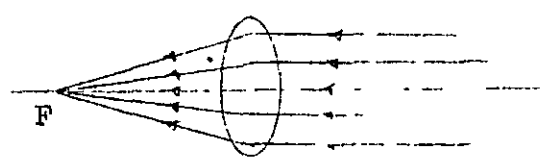
18. ในรูป เมื่อแสงตกจากด้านนอกเลนส์ใน รังสีแสงจะหักเหเข้า เลนส์ใน
ไปรวมกันที่จุดๆ หนึ่ง เราเรียกจุดนี้ ว่าจุดรวมแสงหรือจุดโฟกัส



จุดโฟกัส (Focus)
จากจุด F ก็.....

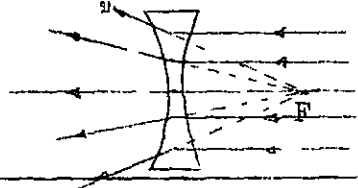
จุดโฟกัส

19. วาดรูปการหักเหของแสงในเลนส์กำลังเข้าและออก



จุด F

27. จากรูป รังสีหักเหจากเลนส์เว้าจะเหมือนมารวมกับที่จุด



กับจุด F ที่.....ของเลนส์เว้า

จุดโฟกัส

28. โฟกัสของเลนส์เว้า จะมีรังสีใดเส้นเดียวมารวมกัน เราจึงเรียกจุดที่ รังสีของเลนส์เว้ามารวมกันว่าจุดโฟกัส.....

เหมือน

29. ถ้ารังสีจากโฟกัสของเลนส์ที่ใด รังสีหนึ่งเส้นมารวมกันจริง หรือเหมือนมารวมกัน รังสีโฟกัสของเลนส์นั้นเรียกว่า.....
และที่จุดโฟกัสของเลนส์เว้ารังสีหักเห.....

มารวมกันจริง
เหมือนมารวมกัน

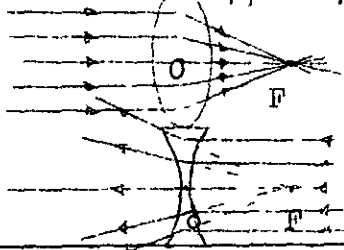
30. โฟกัสที่เกิดภาพจริงเรียกว่า.....
โฟกัสที่เกิดภาพที่ตาเห็นเหมือนมารวมกัน เรียกว่า.....

โฟกัสจริง
โฟกัสเสมือน

31. โฟกัสของเลนส์นูนมี.....
โฟกัสของเลนส์เว้ามี.....

โฟกัสจริง
โฟกัสเสมือน

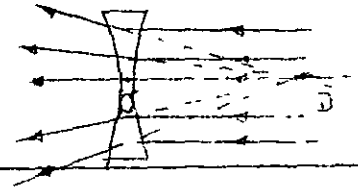
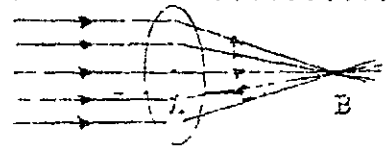
32. ระยะจากจุดศูนย์กลางถึงจุดโฟกัส เรียกว่า ความยาวโฟกัส (Focal length)



จากรูป O คือจุดศูนย์กลาง
F คือจุดโฟกัส
ดังนั้น OF คือ.....

ความยาวโฟกัส

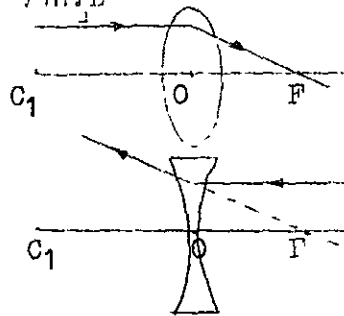
33. จากรูป ความยาวโฟกัสของเลนส์นูนมี....."จะหาความยาวโฟกัสของเลนส์เว้าที่.....



AB

CD

34. วาดรูป



เส้นตรง $C_1OF C_2$ เรียกว่า

จุด O เรียกว่า

จุด $C_1 C_2$ เรียกว่า

จุด F คือ

OF คือ

แถบสีขาวดำ

สีที่มองเห็นได้มีอยู่กี่สี (1)

วัตถุสีขาววางบนพื้นขาว (2)

วัตถุสีแดง (3)

วัตถุเขียว (4)

วัตถุขาว (5)

ถ้าถาม เหมือนข้อ 34

36. ถ้าเลนส์นี้ใช้รับรังสีจากวัตถุเท่ากันเลนส์ที่มีความหนาแตกต่างกัน ความยาวโฟกัส ของเลนส์ที่ระนาบกลางกับเลนส์ใด
เลนส์ที่หนาจะมีควายาวโฟกัสสั้น
เลนส์ที่บางจะมีควายาวโฟกัสยาว
เลนส์ ก. และเลนส์ ข. เป็นเลนส์คู่ที่รับรังสีจากวัตถุเท่ากันแต่เลนส์
ใดเท่ากับ ถ้านั้นเลนส์ ก. มีควายาวโฟกัส กว่าเลนส์ ข.

สั้น

37. ความยาวโฟกัสของเลนส์ ก. ใหญ่กับ ของเลนส์

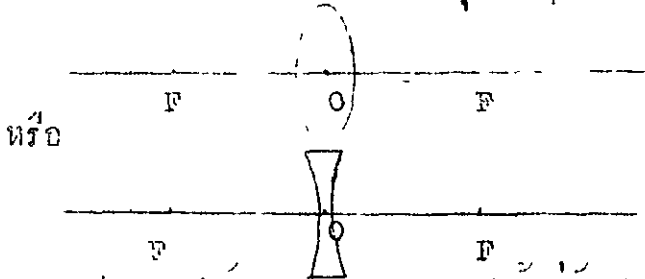
ควา ยาว

ไม่รับรังสีจากวัตถุใด ๆ ก็จะมีควายาวโฟกัสเป็นอนันต์

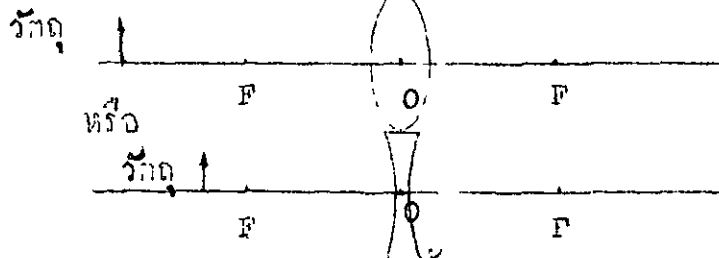
ให้คิดเป็นหน่วย และพิจารณาคะแนนที่ได้ ถ้าเข้าไว้ โดยไม่ต้องเติม
อะไรลงไป

หลักการรวมจุดโฟกัส

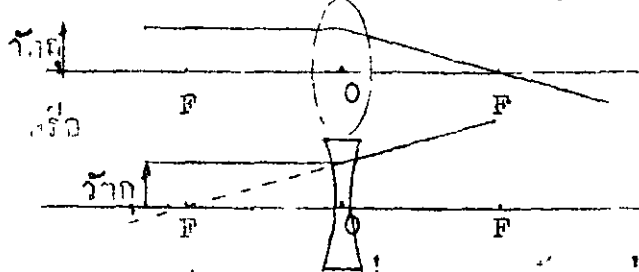
1. เมื่อหลอดแสงเข้าจากเลนส์นูนเข้าเลนส์เว้า จะได้



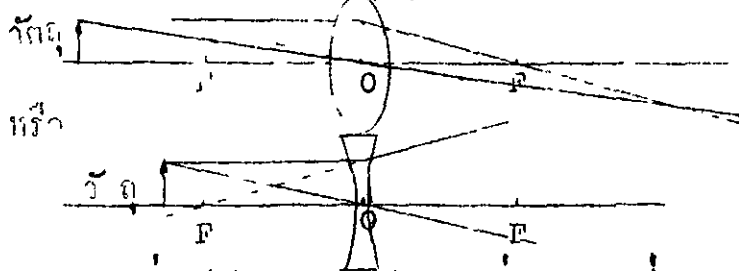
2. เมื่อหลอดแสงเข้าจากเลนส์เว้าเข้าเลนส์นูน จะได้



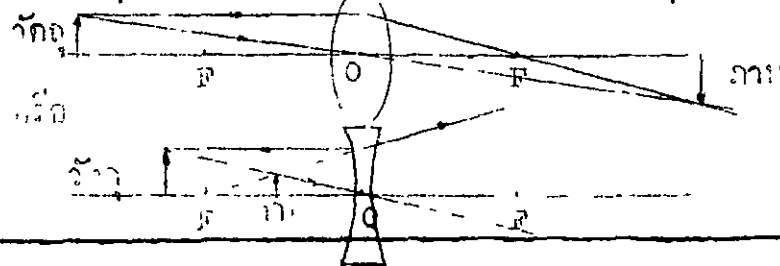
3. หากรังสีจากวัตถุในเลนส์นูนตกบนเลนส์เว้า แล้วหักเหผ่านจุดโฟกัส



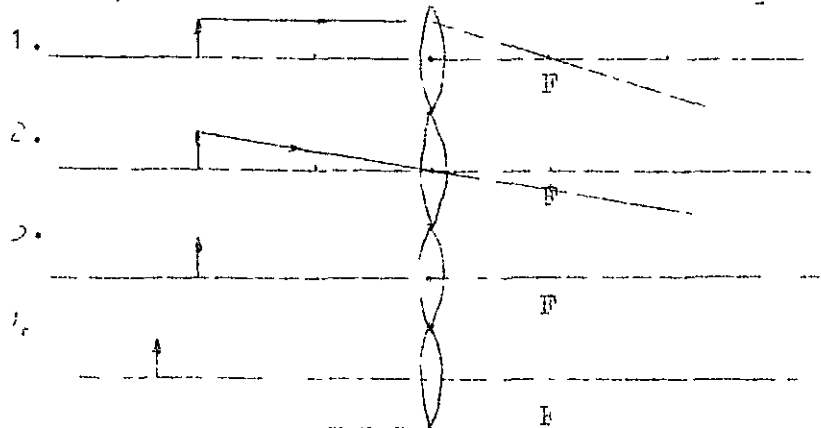
4. หากรังสีจากวัตถุในเลนส์เว้าตกบนเลนส์นูน จะได้



5. หากรังสีจากวัตถุในเลนส์นูนตกบนเลนส์นูน จะได้

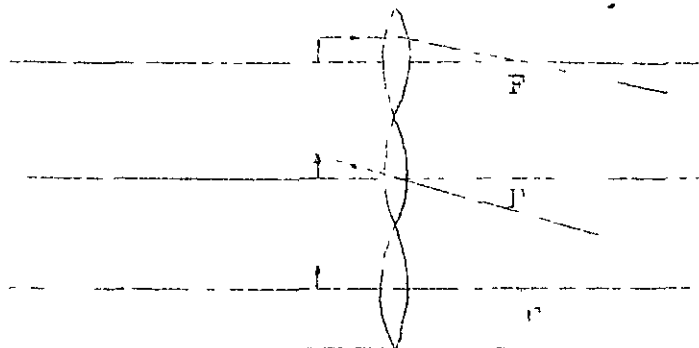


38. วาดภาพจริงที่เกิดจากเลนส์นูนจากภาพจริงที่วางอยู่ ณ ตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

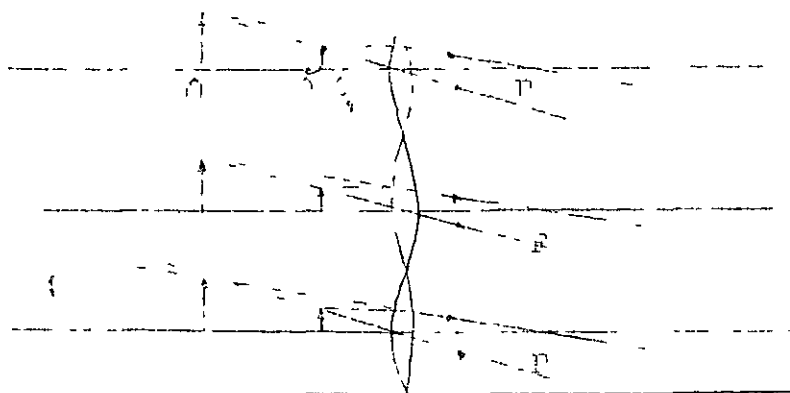


39. วัตถุจริงขนาด 1 cm, 3 cm, 4 cm วางอยู่ใกล้กับเลนส์นูนที่โฟกัสยาว 10 cm จงหาตำแหน่งและลักษณะของภาพจริงที่เกิดขึ้น

40. วาดภาพจริงที่เกิดจากเลนส์นูนจากภาพจริงที่วางอยู่ ณ ตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้



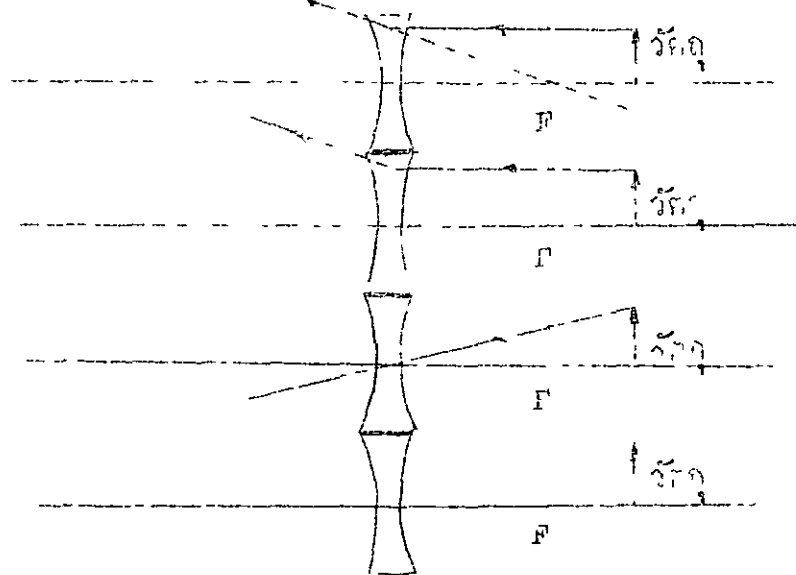
41. วาดภาพจริงที่เกิดจากเลนส์นูนจากภาพจริงที่วางอยู่ ณ ตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้



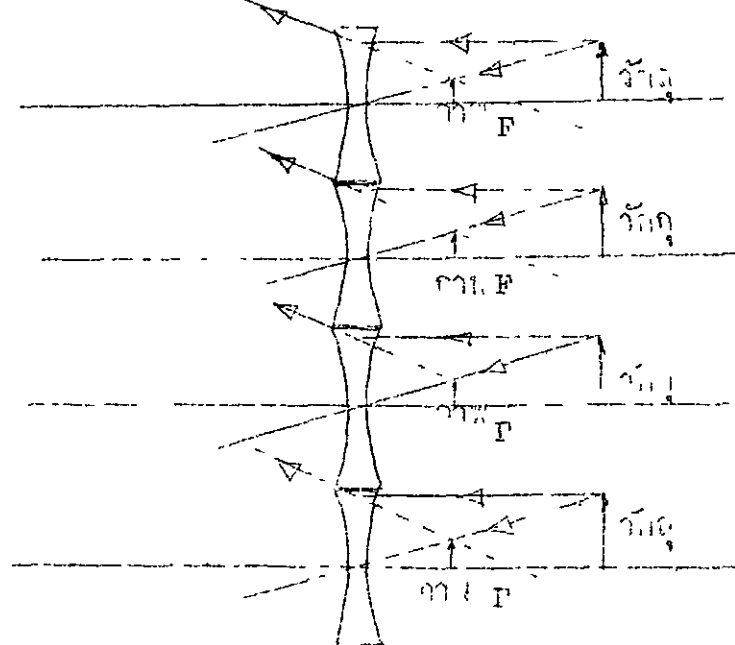
42. จากข้อ 41 ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากรังสีหักเหโดยเลนส์ไปตกกัน ดังนั้น ภาพที่เกิดขึ้นในกรณีนี้จึงเป็น.....

ภาพจริง

43. จงเติมรูปร่างในภาพต่อไปนี้ของภาพที่เกิดบนจอ



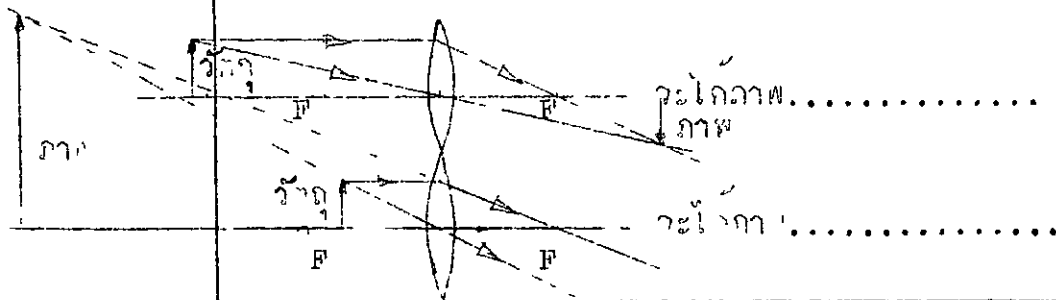
44. เปรียบเทียบรูปร่างในภาพต่อไปนี้ของภาพที่เกิดขึ้น



45. จากรูปที่ 44. จะเห็นว่าภาพของวัตถุที่เกิดจากเลนส์เว้า เกิดจาก
จริงที่หักเหเข้ามาใน แก้ว
ดังนั้นภาพของวัตถุที่เฝ้าจากเลนส์เว้าจึงเป็นภาพ.....

ภาพเอียง

46. เราจะเห็นว่าภาพที่เกิดจากเลนส์เว้าเกิดทั้งภาพจริงและภาพ
เสมือน จากรูป



ภาพจริง
ภาพเสมือน

47. ภาพจริง คือภาพที่เกิดจากแสงหักเหหรือสะท้อนมาตัดกันจริง มี
ลักษณะคือตั้ง ภาพจริงใช้จากรับภาพได้
ภาพเสมือน คือภาพที่เกิดจากแสงหักเหหรือหักเหมาตัดกัน
ที่ด้านหลังแก้วถึง ไม่สามารถรับภาพได้
ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้าได้เป็นภาพจริง เราสามารถเห็น.....รับ
ภาพได้

จาก

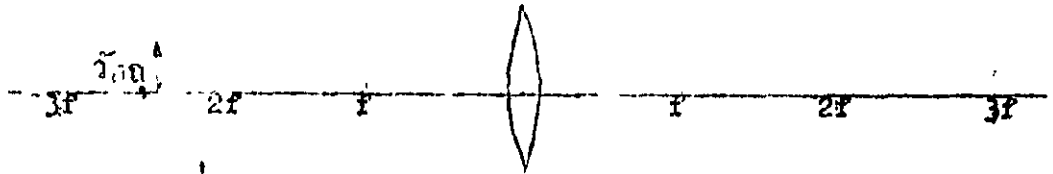
48. ภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์เว้าจะเข้ามาตัดที่วัตถุของ ใช้จากรับ
ภาพได้ ไม่สามารถรับภาพ.....กับวัตถุ

เมื่อ

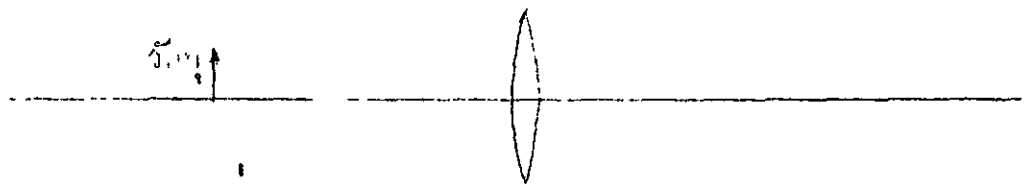
49. ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้าเกิดได้หลายแบบขึ้นอยู่กับระยะของวัตถุ
เทียบกับวัตถุ เช่นขนาดเล็กกว่าวัตถุ ถ้าเราใช้จากรับภาพจะรับ
..... เราเห็นภาพเหมือน

50. จงเขียนแบบภาพที่เกิดจากเลนส์นูน เมื่อวัตถุอยู่ห่างจาก
เลนส์ ให้ละเว้นค่าลบ คือ

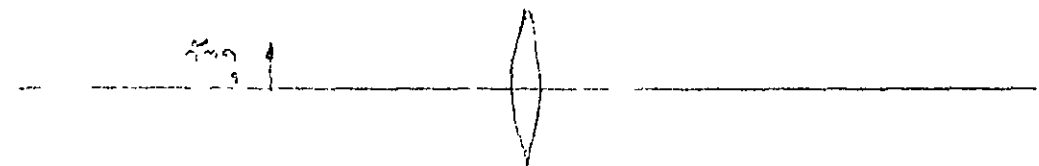
1. เกิดระยะ $2f$



2. เกิดระยะ $> 2f$



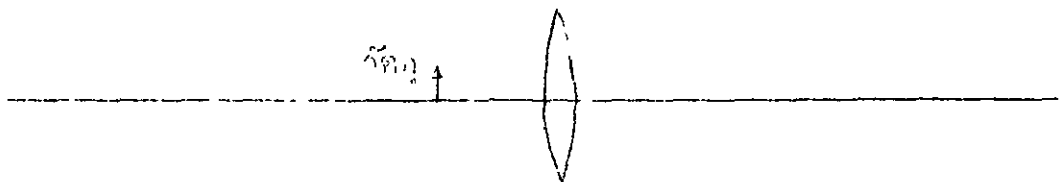
3. ระยะห่าง f ถึง $2f$



4. เกิดระยะ $< f$



5. ระยะห่าง f



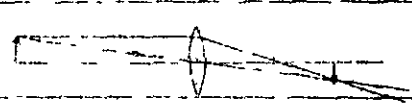
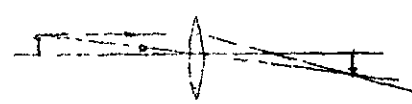
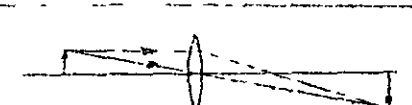
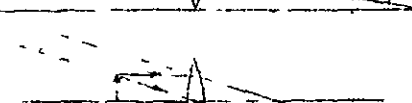
หมายเหตุ ภาพที่เกิดขึ้นจะจริงไป

51. ในแต่ละกรณีให้กรอเครื่องหมายที่ถูกต้องว่า เป็นภาพจริงหรือภาพเหมือน
 ภาพจริง ภาพเหมือน ภาพกลับ ภาพหัวกลับ ภาพหัวขวา
 ภาพหัวซ้าย ภาพหัวขวา ภาพหัวซ้าย ภาพหัวขวา

ตำแหน่งวัตถุ	ลักษณะภาพ	ขนาดภาพ	ตำแหน่งภาพ
เกินระยะ $2f$			
ที่ระยะ $2f$			
ระหว่าง f ถึง $2f$			
ที่ระยะ f			
น้อยกว่า f			

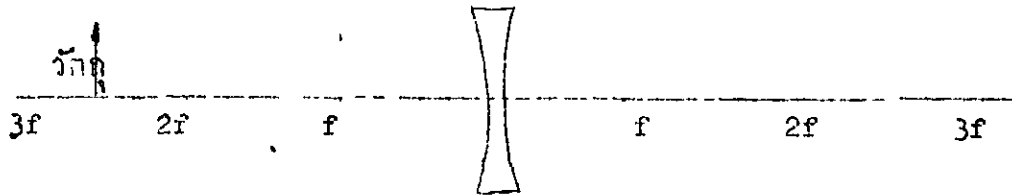
ตัวอย่าง 51

52. ถ้าวัตถุตั้งอยู่ไกลมาก (Infinity) ภาพของวัตถุจะมีลักษณะเป็นอย่างไร? ให้กรอเครื่องหมายที่ถูกต้องของภาพในกรณีนี้

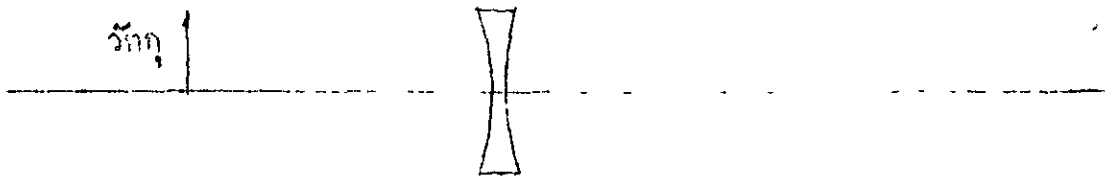
ตำแหน่งวัตถุ	ลักษณะภาพ	ขนาดภาพ	ตำแหน่งภาพ	รูปร่างภาพ
เกินระยะ $2f$	จริงหัวกลับ	เล็กกว่าวัตถุ	ระหว่าง f ถึง $2f$	
ที่ระยะ $2f$	จริงขนาดเท่า	เท่าวัตถุ	ที่ระยะ $2f$	
ระหว่าง f ถึง $2f$	จริงหัวกลับ	ใหญ่กว่าวัตถุ	เกินระยะ $2f$	
ที่ระยะ f	จริงหัวกลับ	ใหญ่กว่าวัตถุ	ที่ระยะ f	
น้อยกว่า f	ภาพเสมือนหัวตั้ง	ใหญ่กว่าวัตถุ	ภาพเสมือนหัวตั้ง	

53. จงหาคอ้งเขียนแผนภาพรังสีของภาพ เมื่อทราบค่าเลนส์ไว้ แล้วให้วัตถุ
 อยู่ 1 เมตร ให้ไปหาจุดต่างๆ ที่ให้

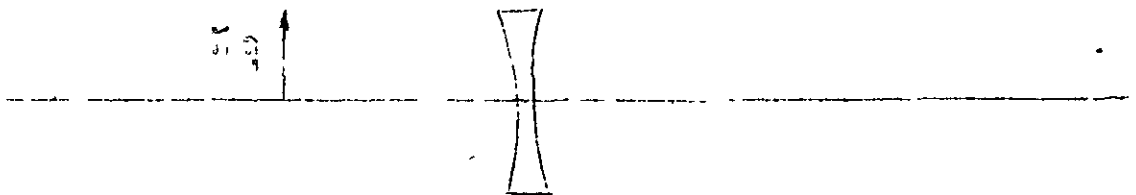
1. เมื่อ $u = 2f$



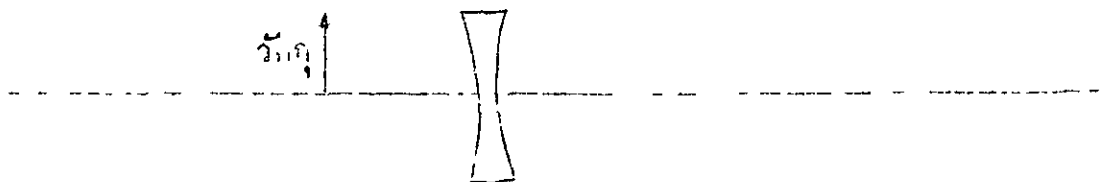
2. เมื่อ $u > 2f$



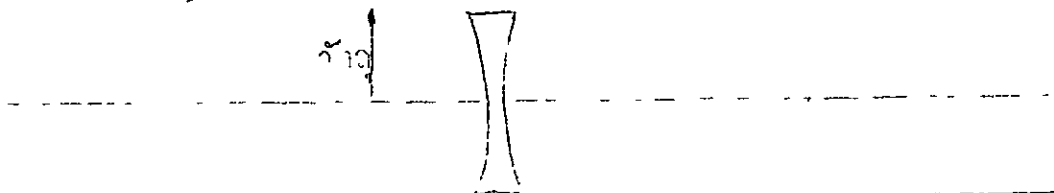
3. ระหว่าง f กับ $2f$



4. เมื่อ $u < f$



5. เมื่อ $u = f$

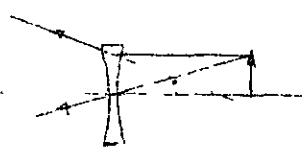


-40-

54. ในแต่ละระบอบของบันทึกข้างบน ภาพว่าเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน
ภาพอยู่ใกล้ มีขนาดขยาย ขนาดเท่าวัตถุ หรือขนาดย่อ
ขนาดให้เล็กลง เติบโต

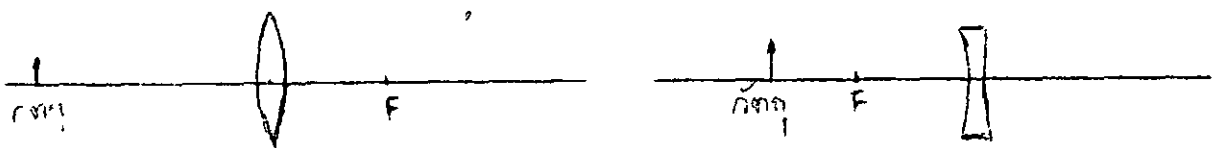
ตำแหน่งวัตถุ	ชนิดภาพ	ขนาดภาพ	ตำแหน่งภาพ
เกินระยะ $2f$			
เท่าระยะ $2f$			
ระหว่าง f ถึง $2f$			
เท่าระยะ f			
น้อยกว่า f			

55. จากตารางผลการทดลอง ได้ลักษณะของภาพที่เกิดจากเลนส์เว้าไว้ดังนี้คือ

ตำแหน่งวัตถุ	ภาพ	ชนิดภาพ	ตำแหน่งภาพ	รูปร่างลักษณะ
ไม่จำกัด	เหมือนวัตถุ	เล็กกว่าวัตถุ	อยู่เดียวกับวัตถุ ถัดจากเลนส์	

แบบฝึกหัด เรื่อง เลนส์

1. เหยียดนิ้วส่วนกลาง มากกว่าขอบนอก. เลนส์ส่วนกลางบางกว่าขอบนอก.....
2. เหยียดนิ้วกลาง เหยียดนิ้วโป้ง..... ระยะเลนส์ จะหักเหรังสีขนานใน.....
3. วาดมุมเค้นมุมมุขสามเหลี่ยมรังสีขนาน ให้ได้เท่ากับเลนส์มุมเค้นไม่รวมกันคือ.....
.....ของเลนส์มุม
4. รังสีที่ขนานกับแกนมุขสามเหลี่ยมหักเหเลนส์ จะหักเหเลนส์ออกมาจาก....
.....ของเลนส์ เลนส์
5. ภา ที่เกิดจากรังสีหักเหจาก แก้วเรียงกันว่า.....
เลนส์ ภา ที่เกิดจากการหักเหของรังสีแสงในน้ำไม่เรียงกันว่า.....
6. ภา ที่เกิด จากเลนส์ มุมเค้น เลนส์ จะหักเห.....แต่ อยู่.....กับวัตถุ และถ้าเป็นเลนส์ มุมโป้ง เลนส์ และอยู่.....กับวัตถุ
7. เลนส์ มุมเค้น เลนส์ ให้เกิดภาพเป็นภาพจริงวัตถุไว้ที่.....
และเลนส์ เลนส์ มุมโป้ง ให้เกิดภาพจริงวัตถุไว้ที่.....
8. เลนส์ เลนส์ เลนส์ ให้เกิดภาพ.....เท่านั้น ภา ภาพนั้นจะมีขนาด.....
ภาพวัตถุ ภา
9. ภา ภาพใดที่เกิดจากเลนส์ มุมโป้ง จะใหญ่กว่า..... ภาพวัตถุ ภา
10. วงกลมขนานภาพ ภาพจริงเกิดภาพในเลนส์



11. ภา "รังสีภาพ" เปรียบเทียบภาพในเลนส์ 1)
2) 3)

การคำนวณ เลี้ยวเบน

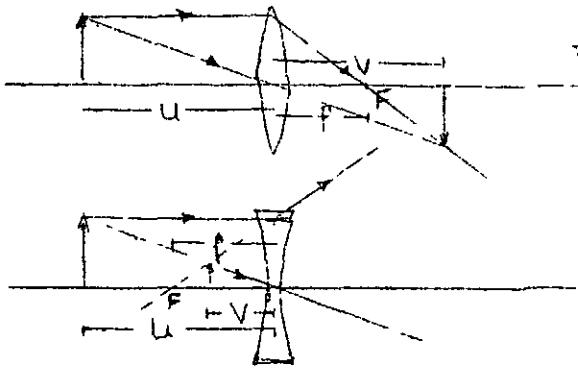
โดยการใช้กฎของเลนส์ เราสามารถคำนวณได้มากมาย เราพบความสัมพันธ์

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \dots\dots\dots$$

โดยที่ x คือ ความยาวโฟกัส

u ระยะวัตถุจากแก้วเลนส์ เรียกว่าวัตถุ

v ระยะภาพจริงจาก แก้วเลนส์ เรียกว่าภาพ



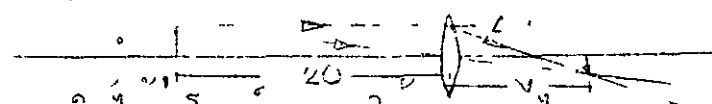
ในการใช้สูตร เพื่อการคำนวณ เรืองแสง เราจะต้องรู้ถึงเครื่องหมายของ u , v และ f ด้วย โดยตกลงกันว่า สิ่งใดที่เป็นจริงจะมีเครื่องหมายเป็นบวก (+) และสิ่งเลือนอนมีเครื่องหมายเป็นลบ (-)

จึงควรจำ

1. ระยะวัตถุจริงมีเครื่องหมายเป็นบวก (+)
2. ระยะวัตถุเสมือนมีเครื่องหมายเป็นลบ (-)
3. ระยะภาพจริงมีเครื่องหมายเป็นบวก (+)
4. ระยะภาพเสมือนมีเครื่องหมายเป็นลบ (-)
5. ความยาวโฟกัสของ เลนส์นูนมีเครื่องหมายเป็นบวก (+) เพราะเป็นโฟกัสจริง
6. ความยาวโฟกัสของ เลนส์เว้ามีเครื่องหมายเป็นลบ (-) เพราะเป็นโฟกัสเสมือน

หมายเหตุ วัตถุเสมือนเป็นสิ่งที่เราสังเกตเห็นในการคำนวณก็เกิดจากเครื่องหมายของระยะวัตถุเป็นบวกนั่นเอง

56. เราสามารถใช้วิธีนี้มาแก้ความยาวโฟกัส ความยาวโฟกัสที่วัดได้ว่าเป็นเครื่องหมายเป็น.....

บวก บวก บวก ลบ	64. เลข 1 จะหารลงตัวกับเลขที่ 10 แล้วแต่เลขที่ 1 ถึง 10 ภาพที่เกิดจากเลข 1 จะจะมีเครื่องหมายเป็น.....เสมอ
บวก	65. ในภาพด้านข้างกำหนดเครื่องหมายตามดังนี้ 1. ของภาพ เมื่อมองเครื่องหมายเป็น..... 2. ของภาพ เมื่อมองเครื่องหมายเป็น..... 3. ของภาพ เมื่อมองเครื่องหมายเป็น.....เสมอ 4. ของภาพ เมื่อมองเครื่องหมายเป็น..... 5. ของภาพ เมื่อมองเครื่องหมายเป็น.....
บวก ลบ บวก บวก ลบ	66. มีแผ่นกระจกวางแนวตั้ง วัตถุวางไว้ที่ระยะ 20 นิ้ว เหนือแผ่นกระจกยาวโฟกัส 4 นิ้ว จงหาภาพที่เกิดขึ้น จากกระจกแผ่นนี้ วิธีแก้: 1. ระยะวัตถุ > ระยะโฟกัส ดังนั้น ภาพที่เกิดขึ้นจะ ระยะต่างๆ เอาไว้ก่อน  2. จงพิจารณาในใจว่าภาพที่เกิดจากการโฟกัสอะไร และเราควร จะใส่สูตรอะไร ในที่นี้ เมื่อต้องการหา ค่า ระยะ ภาพ ชนิด ของภาพ ดังนั้นสูตรที่เราใช้คือ 3. เขียนสูตรที่ต้องการ คือ $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ 4. ค่าที่โจทย์แล้วคือการหาจากค่าที่กำหนดไว้ให้ เราจึงได้ใช้สูตร คือ แทน $u = +20$ นิ้ว และ $f = +4$ นิ้ว 5. แทนการแก้สมการพร้อมทั้งเครื่องหมายสูตร จะได้ $\frac{1}{+4} = \frac{1}{+20} + \frac{1}{v}$

6. ย้ายสิ่งที่เราต้องการทราบมาอยู่ทางด้านซ้ายมือ แล้วคำนวณหา
สิ่งที่เราต้องการ

ในที่ที่เราต้องการหาค่าของ v เราจึงต้องย้าย $\frac{1}{v}$ มาอยู่ทางด้าน
ซ้ายมือ คือ

$$\begin{aligned} -\frac{1}{v} &= \frac{1}{20} - \frac{1}{4} \\ &= \frac{1-5}{20} \\ &= -\frac{4}{20} \\ &= -\frac{1}{5} \end{aligned}$$

(เอา -1 คูณทั้งสองข้าง) $\frac{1}{v} = \frac{1}{5}$

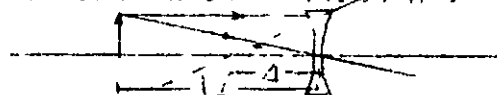
(กลับเศษเป็นส่วทั้งสองข้าง) $v = +5$

การลง v ให้เป็นเครื่องหมายลบ เพราะฉะนั้นภาพที่เกิดขึ้นเป็น
ภาพจริง (จึงตรงกับค่าที่เราได้)

ตอบ เกิดภาพจริง ห่างจากเลนส์ 5 นิ้ว

66. เอนส์เวามีความยาวโฟกัส 4 นิ้ว ทำวางวัตถุทางวากเลนส์เวานี้
12 นิ้ว จะเกิดภาพที่ใดน และเป็นภาพชนิดใด ?

1.



2. โจทย์ต้องการหา ระยะภาพ และ ชนิดของภาพ

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

4. $u = +12$ นิ้ว $f = -4$ นิ้ว (เป็นลบ เพราะเป็นเลนส์เว้า)

5. แทนค่าในสูตร $\frac{1}{v} = \frac{1}{12} + \frac{1}{-4}$

6. $-\frac{1}{v} = \frac{1}{12} - \frac{1}{4}$

$= \dots \dots \dots$

$= \dots \dots \dots$

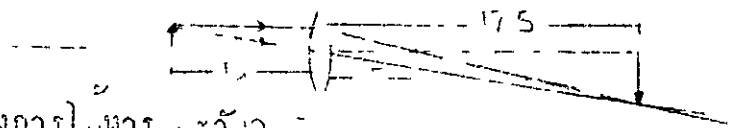
$= \dots \dots \dots$

ตอบ 1. เป็นภาพ สมจริง ขนาด

ภาพเหมือน
3 นิ้ว

67. จะถ่วงวางวัตถุไว้ที่ใดบนผิวกระจกเงาจริงห่างจากเลนส์ 17.5 ซม.
เพื่อให้ได้ภาพที่มีความยาวปกติ 4 ซม.

1.



2. โจทย์ต้องการให้หาอะไร?

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

4. $f = +5$ ซม. $v = +17.5$ ซม. (เพราะเป็นภาพจริง)

5. แทนค่าในสูตร = ...

6. = ...

..... = ...

..... = ...

..... = ...

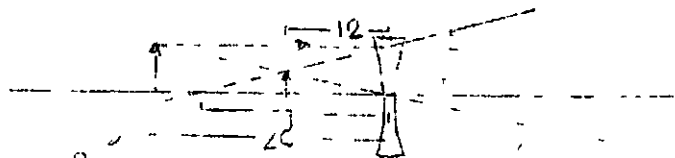
..... = ...

=

ตอบ วางวัตถุไว้ห่างจากเลนส์ ซม.

68. เลนส์เว้าหนึ่งมีเอวางวัตถุไว้ที่ระยะ 20 ซม. ทำให้เกิดภาพเหมือน
สูง 12 ซม. หาค่าความยาวโฟกัสของเลนส์

1.



2. โจทย์ต้องการให้หา.....

3. จากสูตร.....

4. $u = +20$ ซม. $v =$ ซม.

5. แทนค่าในสูตร = ...

..... = ...

..... = ...

ตอบ เลนส์เว้ามีความยาวโฟกัส ซม.

7 ซม.

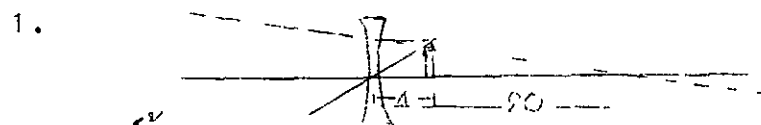
69. วัตถุอยู่ห่างจากเลนส์นูนเป็น 4 นิ้ว ถ้าความยาวโฟกัสของเลนส์เป็น 5 นิ้ว จะเกิดภาพที่ใด เป็นภาพชนิดใด



1.
2. วัตถุตั้งฉากกับ
3. ภาพจริง
4. $f = \dots\dots\dots$ $u = \dots\dots\dots$
5. ระยะ $v = \dots\dots\dots$
6. $m = \dots\dots\dots$
 $m = \dots\dots\dots$
 $m = \dots\dots\dots$
 $m = \dots\dots\dots$

ก.ข.

70. เลนส์เว้ามีความยาวโฟกัส 20 ซม. วัตถุเกิดขึ้นมาเยี่ยงวัตถุที่หาจากเลนส์ 4 ซม. จงหาว่าวางวัตถุไว้ที่ใด



1.
2. วัตถุตั้งฉากกับ
3. ภาพจริง
4. ระยะ $v = \dots\dots\dots$
 $m = \dots\dots\dots$
 $m = \dots\dots\dots$
 $m = \dots\dots\dots$

ก.ข.

ตัวอย่างพิเศษที่เรียนไว้

วัตถุและภาพรัศมีวางห่างกัน 3 ฟุต และวางไว้บนแนวยาวโฟกัส 8 นิ้ว ไว้ให้โดยวางระหว่างวัตถุและภาพ จงหาภาพปรากฏชัดที่สุดบนฉาก และจงเขียนแบบภาพประมาณค่าด้วย

วิธีทำ 1. ให้ f แทน การรวมค่าแห่งที่วางเลนส์

จาก 3 ฟุต วางห่างจากวัตถุ x นิ้ว

วางห่างจากเลนส์ $36 - x$ นิ้ว

$$2. \text{ จากสูตร } \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

3. จากวิธีสมและสมมติเราให้

$$f = +8 \text{ นิ้ว } u = +x \quad v = +(36 - x)$$

$$4. \text{ แทนค่า } \frac{1}{+8} = \frac{1}{+x} + \frac{1}{+(36-x)}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{8} &= \frac{1}{x} + \frac{1}{(36-x)} \\ &= \frac{36 - x + x}{x(36 - x)} \end{aligned}$$

$$36x - x^2 = 288$$

$$x^2 - 36x + 288 = 0$$

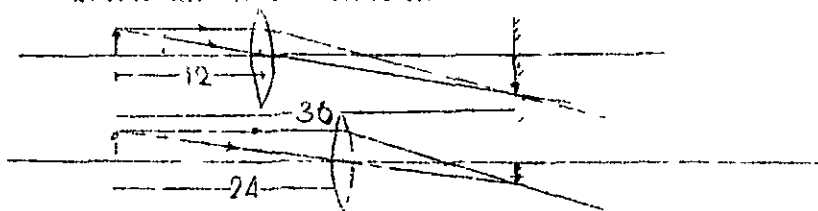
$$(x - 12)(x - 24) = 0$$

$$x = 12, 24$$

นี่คือกล้องวางวัตถุห่างจากเลนส์ 12 นิ้ว หรือ 24 นิ้ว

ถอย วางวัตถุห่างจากเลนส์ 12 นิ้ว หรือ 24 นิ้ว

แบบภาพและภาพของการเกิดภาพ



	71. วางวัตถุห่างจากเลนส์ 5 ซม. เลนส์เว้าที่มีความยาวโฟกัส 15 ซม. จะเกิดภาพทางจากเลนส์ .. ซม. เป็นภาพ.....
15/4 ภาพเหมือน	72. วัตถุเกิดมา. ห่างจากเลนส์ 40 ซม. ถ้าเลนส์นั้นมีความยาวโฟกัส 40 ซม. แล้ววางวัตถุในทางเลนส์ 10 ซม. ภาพจะอยู่ทางเลนส์..... ซม. เป็นภาพ.....
40/3 ภาพเหมือน	73. เลนส์ที่หักเหแสงยาวโฟกัส 4 ซม. เกิดภาพจริงห่างจากเลนส์ 12 ซม. วัตถุจะวางวัตถุห่างจากเลนส์เป็นระยะเท่าไร ถ้าอยู่ห่างจากเลนส์..... ซม.
6	74. เลนส์เว้าที่มีความยาวโฟกัส 20 ซม. แล้ววางวัตถุห่างจากเลนส์ 5 ซม. จะเกิดภาพทางจากเลนส์..... ซม.
4	75. ระยะความยาวโฟกัสของเลนส์เว้า ถ้าวางวัตถุอยู่ห่างจากเลนส์ 10 ซม. แล้วเกิดภาพทางจากเลนส์ 5 ซม. ความยาวโฟกัสของเลนส์เว้าเป็น..... ซม.
10	<u>เรื่องเอกภาพ</u> การหักเหของแสงโดย เลนส์ ที่ใช้บนจอภาพ แล้วมาขอ ทำแบบฝึกหัดอีก

แบบฝึกหัด

1. ในการกำหนดเรื่องเลนส์ เรากำหนดเครื่องหมายความยาวโฟกัสของเลนส์นูนเป็น.....และของเลนส์เว้าเป็น.....
2. ระยะเวลาเสมือนมีเครื่องหมายเป็น.....ระยะเวลาจริงมีเครื่องหมายเป็น.....
3. ระยะวัตถุของเลนส์นูนและของเลนส์เว้ามีเครื่องหมายเป็น เสมอ
4. วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนซึ่งมีความยาวโฟกัส 5 ซม. ห่างจากเลนส์เป็นระยะ 15 ซม. จะเกิดภาพห่างจากเลนส์..... ซม. เป็นภาพ.....
5. เลนส์เว้ามีความยาวโฟกัส 12 นิ้ว วัตถุอยู่ห่างเลนส์ 4 นิ้ว จงเกิดภาพห่างจากเลนส์..... นิ้ว เป็นภาพ.....
6. เลนส์นูนมีความยาวโฟกัส 15 ซม. ถ้าต้องการให้เกิดภาพห่างจากเลนส์ 45 ซม. จะต้องวางวัตถุห่างจากเลนส์..... ซม.
7. เลนส์นูนมีความยาวโฟกัส 6 ซม. ถ้าต้องการให้เกิดภาพเสมือนห่างจากเลนส์ 32 ซม. จะต้องวางวัตถุห่างจากเลนส์..... ซม.

ทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้วลองตรวจคำตอบดูท้ายคู่มือ ถ้าถูกต้องทั้งหมดหรือไม่ ถ้าถูกหมดแสดงว่านักเรียนเรียนได้เข้าใจดีมาก ถ้าผิดมากกว่า 4 ข้อ จะต้องกลับไปทบทวนดูใหม่

คำตอบ

1. บวก , ลบ
2. ลบ , บวก
3. บวก
4. 7.5 , จริงหัวกลับ
5. 3 , เสมือนหัวตั้ง
6. 22.5
7. 6.4

76. หลังจากที่เราจัดวิธีกำหนดหา ระยะ ภาพ ระยะวัตถุ และความยาวโฟกัส มาแล้ว ถ้าเราลองหา หาขนาดของภาพที่เกิดขึ้นว่ามีขนาดเป็นเท่าใด เราสามารถทำได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้

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

I ขนาดของภาพรูปของจริง

O ขนาดของวัตถุในรูปของจริง

v ระยะภาพวัดจากทัศนศูนย์กลางถึงภาพ

u ระยะวัตถุวัดจากทัศนศูนย์กลางถึงวัตถุ

$$\text{จากอัตราส่วนที่ได้อีกคือ } \frac{\text{ขนาดของภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}} = \frac{\text{ระยะภาพ}}{\text{ระยะวัตถุ}}$$

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

มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า กำลังขยายของเลนส์

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น กำลังขยายของเลนส์} &= \frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}} \\ &= \frac{\text{ระยะภาพ}}{\text{ระยะวัตถุ}} \end{aligned}$$

$$\text{หรือ } M = \frac{I}{O} = \frac{v}{u}$$

ในเมื่อ $M =$ กำลังขยายของเลนส์

ในการหาค่ากำลังขยายของเลนส์ หรือหาขนาดของภาพ เราไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องหมาย

ตัวอย่าง เมื่อนำวัตถุมาวางห่างจากเลนส์ 60 ซม. เกิดภาพขึ้น
ห่างจากเลนส์ 20 ซม. ถ้าวัตถุสูง 6 ซม. ภาพสูงเท่าไร ?

วิธี สูตร $\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$
จากโจทย์ $u = 60$ ซม. $v = 20$ ซม. $O = 6$ ซม.
แทนค่า $\frac{I}{6} = \frac{20}{60}$
 $I = \frac{20 \times 6}{60}$
 $= 2$
ภาพสูง ซม.

2

77. วัตถุสูง 100 ซม. วางห่างเลนส์ ซม. ได้เกิดภาพสูง 10 ซม. ห่าง
จากเลนส์ 14 ซม. จงหาว่าวัตถุอยู่ห่างจากเลนส์เท่าไร ?

วิธี สูตร $\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$
จากโจทย์ $O = \dots$ ซม. $I = \dots$ ซม. $v = \dots$ ซม.
แทนค่า $\dots = \dots$
 $= \dots$
 $= \dots$
วัตถุอยู่ห่างเลนส์เป็นระยะ ซม.

140

78. วัตถุสูง 6 ซม. อยู่ห่างเลนส์ 10 ซม. เกิดภาพสูง 3 ซม. จงหา
ระยะภาพ

วิธี สูตร $\dots = \dots$
จากโจทย์ $O = \dots$ ซม. $I = \dots$ ซม. $u = \dots$ ซม.
แทนค่า $\dots = \dots$
 $= \dots$
 $= \dots$
ภาพอยู่ห่างเลนส์ ซม.

5	79. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนห่างจากเลนส์ 20 ซม. เกิดภาพห่างจากเลนส์ 60 ซม. จงหากล้างขยายของเลนส์ จากสูตร $M = \frac{I}{O} = \frac{v}{u}$ จากโจทย์ $v = 60$ ซม. $u = 20$ ซม. แทนค่า $M = \frac{60}{20}$ $= 3$ เลนส์มีกำลังขยาย... เท่า
3	80. วัตถุสูง 10 ซม. วางไว้หน้าเลนส์เว้า เกิดภาพสูง 2 ซม. จงหากล้างขยายของเลนส์เว้า จากสูตร $M = \dots\dots\dots$ จากโจทย์ $I = \dots\dots\dots$ $O = \dots\dots\dots$ แทนค่า $M = \dots\dots\dots\dots\dots$ $= \dots\dots\dots\dots\dots$ เลนส์เว้ามีกำลังขยาย... เท่า หรือมีขนาดลดลง... เท่า
$\frac{1}{5}$, 5	81. เฝื่อนไขสูง 4 ซม. วางไว้หน้าเลนส์ เกิดภาพของเฝื่อนไขด้านตรงข้ามสูง 8 ซม. ภาพอยู่ห่างจากเลนส์ 20 ซม. เฝื่อนไขอยู่ห่างจากตา... ซม. เลนส์มีกำลังขยาย... เท่า
10 , 2	82. ภาพสูง 8 ซม. อยู่ห่างเลนส์ 10 ซม. ถ้าระยะวัตถุเป็น 20 ซม. ขนาดของวัตถุเป็น... ซม. เลนส์มีกำลังขยาย... เท่า

16

$\frac{1}{2}$

83. วางวัตถุห่างจากเลนส์ 10 ซม. เกิดภาพสูง 10 ซม. ห่างจากเลนส์ 20 ซม.

ขนาดของวัตถุเท่ากับ.....ซม.

กำลังขยายของเลนส์.....เท่า

5

2

ตัวอย่าง วัตถุขนาดสูง 20 ซม. อยู่ห่างจากเลนส์ 30 ซม. ถ้าเลนส์นั้น
เป็นความยาวโฟกัส 20 ซม. จงหาตำแหน่ง ชนิด และขนาดของภาพ
แก้อธิบาย โจทย์ต้องการทราบว่า ภาพเกิดที่ไหน มีขนาดเท่าไร และ
เป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน

ในการคำนวณนักเรียนจะต้องหาให้ได้ก่อนว่าภาพเกิดที่ไหน
จากระยะภาพที่เราสามารถบอกได้ว่า เป็นภาพจริงหรือภาพเสมือนโดย
พิจารณาจากเครื่องหมาย และจากระยะภาพที่หามาได้นำไปคำนวณหาขนาด
ของภาพ ทั้งนี้ในการหาโจทย์จึงมี 2 ตอน คือ

1. หาระยะภาพ ซึ่งจะใช้สูตรของภาพด้วย

2. หาขนาดภาพ

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

$$f = +20 \text{ ซม.} \quad u = +30 \text{ ซม.}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad \frac{1}{20} &= \frac{1}{30} + \frac{1}{v} \\ \frac{1}{v} &= \frac{1}{20} - \frac{1}{30} = \frac{3-2}{60} \\ v &= 60 \end{aligned}$$

ปีเครื่องหมายเป็นบวกแสดงว่าเป็นภาพจริงห่างจากเลนส์ 60 ซม.

2. หาขนาดของภาพได้จากสูตร $\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$
 $f = 20 \text{ ซม.} \quad u = 30 \text{ ซม.} \quad v = 60 \text{ ซม.}$

$$\text{แทนค่า} \quad \frac{I}{20} = \frac{60}{30}$$

ตอบ ภาพเกิด ห่างจากเลนส์...60...ซม. $\frac{40}{20} = 2$ เป็นภาพจริงหัวกลับ

ภาพสูง..... ซม.

40

84. วัตถุสูง 6 ซม. วางไว้นานาเลนส์เว้าซึ่งมีความยาวโฟกัส 10 ซม. ถ้าเกิดภาพอยู่ห่างจากเลนส์ 5 ซม. จงหาค่าแห่งของวัตถุ และภาพ สูงเท่าไร ?

วิธีทำ นาระยะภาพใดจากสูตร $\frac{1}{f} = \dots\dots\dots$
จากโจทย์ $f = -10$ ซม. $v = -5$ ซม. (เพราะเป็นเลนส์
เว้า และเป็นภาพเสมือน)

แทนค่า $\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

$u = \dots\dots\dots$

วัตถุอยู่ห่าง เลนส์.....ซม.

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

แทนค่า $\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

ดังนั้น วางวัตถุห่างจากเลนส์.....ซม.

ภาพสูง.....ซม.

10

$\frac{1}{2}$

85. วัตถุสูง 6 ซม. วางไว้นานาเลนส์เว้าซึ่งมีความยาวโฟกัส 10 ซม. ถ้า
วัตถุอยู่ห่างจาก เลนส์ 10 ซม. จงหาค่าแห่ง ชนิด และขนาดของภาพ
เกิดภาพห่างจาก เลนส์.....ซม.

เป็นภาพ.....

ภาพสูง.....ซม.

5 เสมือนหัวตั้ง 3	86. วัตถุสูง 4 นิ้ว วางห่างจากเลนส์นูน 20 นิ้ว เลนส์นูนมีค่ายาวโฟกัส 4 นิ้ว จงหาตำแหน่ง ชนิด และขนาดของภาพ ภาพห่างจากเลนส์.....นิ้ว เป็นภาพ..... มีขนาด.....นิ้ว
5 จริงหัวกลับ 1	87. เลนส์เว้ามีความยาวโฟกัส 4 นิ้ว วางวัตถุห่างจากเลนส์ 12 นิ้ว เกิดภาพสูง 6 นิ้ว จงหาตำแหน่ง ชนิดของภาพ และขนาดของวัตถุ ภาพห่างจากเลนส์.....นิ้ว เป็นภาพ..... มีขนาด.....นิ้ว
3 , เสมือนหัวตั้ง 24	88. จากข้อ 87 เลนส์มีกำลังขยาย.....เท่า
1/4	89. เลนส์นูนอันหนึ่งมีความยาวโฟกัส 30 ซม. วางวัตถุห่างจากเลนส์ 20 ซม. จงหาว่าเกิดภาพชนิดใด อยู่ที่ใด และเลนส์นั้นมีกำลังขยายกี่เท่า เกิดภาพห่างจากเลนส์.....ซม. เป็นภาพ..... เลนส์มีกำลังขยาย.....เท่า
60, เสมือนหัวตั้ง 3	90. วัตถุสูง 100 ซม. อยู่เท่าเลนส์นูนทำให้เกิดภาพสูง 10 ซม. อยู่ห่างจากเลนส์ 14 ซม. จงหาว่าวัตถุอยู่ห่างจากเลนส์เท่าใด และเลนส์มีค่ายาวโฟกัสเท่าไร ? วัตถุอยู่ห่างจากเลนส์.....ซม. เลนส์มีความยาวโฟกัส.....ซม.

ตัวอย่างปัญหาข้อที่ 1 จานวัตถุไว้วางเลนส์นูนที่วางจากเลนส์ 24 ซม. เกิดภาพจริงเป็นขนาดของ 3 เท่า จงหาจุดโฟกัสของเลนส์

วิธีทำ จากโจทย์กำหนดระยะวัตถุและค่าสิ่งขยายขอ เราย่นำให้ ต้องการหาชนิดและค่าของเลนส์ และระยะของเลนส์ ดังนั้นข้อที่เราระหาชนิดและค่าของเลนส์ เราจะต้องหาระยะภาพให้ได้เสียก่อน

วิธีทำ หาระยะภาพจากสูตร $M = \frac{v}{u}$
 $M = 1/3$ ซม. (เพราะภาพขนาดเล็กกว่า) $u = 24$ ซม.

$$\frac{1}{3} = \frac{v}{24}$$

$v = + 8$ (ที่เครื่องหมายเป็นบวกเพราะเป็นภาพจริง)

$$\begin{aligned} \text{หาระยะโฟกัสจากสูตร} \quad \frac{1}{f} &= \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \\ \text{แทนค่า} \quad \frac{1}{f} &= \frac{1}{24} + \frac{1}{8} \\ &= \frac{1+3}{24} \\ &= \frac{1}{6} \\ f &= 6 \end{aligned}$$

เป็นเลนส์นูน (เพราะว่า f เป็นบวก) มีค่าของเลนส์ 6 ซม.

ตอบ ระยะ ภาพ..... ซม.

เป็นเลนส์.....มีความยาวโฟกัส.....ซม.

หรือ สมมติวัตถุสูง X ซม.

ดังนั้นภาพสูง $\frac{v}{3}$ ซม.

จากสูตร $\frac{I}{O} = \frac{v}{u}$

แทนค่า $\frac{\frac{v}{3}}{X} = \frac{v}{24}$

(ระยะภาพมีเครื่องหมายเป็นบวกเพราะเป็นภาพจริง)

แล้วทำเช่นเดียวกันวิธีข้างบนจะได้คำตอบเป็น 8 ซม.

แบบฝึกหัดการคำนวณเรื่องเลนส์

1. สูตรแสดงความสัมพันธ์ของ u, v และ f คือ
2. กำลังขยายของเลนส์ = ...
หรือ = ...
3. เปรียบความหนาแน่นของอากาศใน
.....
4. กำหนดให้ $0 = 10$ ซม. $v = 10$ ซม. $u = 20$ ซม.
 $f = \dots\dots$ ซม. และ $M = \dots\dots$ เท่า
5. วัตถุสูง 5 ซม. วางห่างเลนส์ 20 ซม. เกิดภาพสูง 4 ซม.
เกิดภาพทางขวา เลนส์ ซม. กำลังขยายของเลนส์ เท่า
6. วัตถุสูง 3 ซม. วางให้หน้าเลนส์ เกิดภาพสูง 12 ซม. ห่างจากเลนส์ 18 ซม.
วัตถุอยู่ทางเลนส์ ซม. กำลังขยายของเลนส์ ซม.
7. วัตถุสูง 10 ซม. วางให้หน้าเลนส์ 10 ซม. ได้ภาพเพียงสูง 5 ซม. อยู่ทางเลนส์
20 ซม. เลนส์เป็นเลนส์ ซม.
8. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์ห่าง 24 ซม. เกิดภาพจริงขนาด 3 เท่า จงหาชนิดและความ
ยาวโฟกัสของเลนส์
9. วัตถุสูง 6 ซม. วางไว้หน้าเลนส์ซึ่งมีกำลังรวมเลนส์ 12 ซม. ในระยะ 8 ซม.
เกิดภาพที่ใด ด้านใด วางไว้ หน้าเลนส์ใด
10. เลนส์นูนอันหนึ่งมีความยาวโฟกัส 30 ซม. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์ห่าง 20 ซม.
เกิดภาพที่ใด ชนิดใด ขนาด เลนส์เป็นเลนส์ ซม.
11. วางวัตถุ หน้าเลนส์อันหนึ่งที่มี $f = 16$ ซม. เกิดภาพจริงขนาดขยาย 3 เท่า
ของวัตถุ วางห่าง 3 ซม. เกิดภาพที่ ซม.

ขอโทษด้วย! ที่พิมพ์ผิดในข้อ 10!
ขอโทษ! ที่พิมพ์ผิดในข้อ 11!
ขอโทษ! ที่พิมพ์ผิดในข้อ 12!!

	<u>ขั้นตอนการที่ได้ประโยชน์จากเลนส์</u> 1. จากเรื่องเลนส์ที่เรียนมาแล้ว นักเรียนจะต้องทราบแล้วว่า เลนส์ คือ
ถ้ากลางโปร่งใส ที่ประกอบด้วยผิวโค้ง 2 ผิว ผิวผิวเกิด ที่ผิวกลางและขอบหนาไปเท่ากัน	2. ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนจะเกิดได้ทั้ง และ ส่วนภาพที่เกิดจากเลนส์เว้าจะเกิดเฉพาะ เพียงอย่าง เดียว
ภาพจริง ภาพเสมือน ภาพเสมอ	3. ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนอาจเป็น หรือ อยู่ที่ว่าเรา วางวัตถุห่างจากเลนส์เท่าไร
ภาพจริง ภาพเสมือน	4. ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนอาจจะ หรือ กว่าวัตถุก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าเราวางวัตถุไว้ที่ใด แต่ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้าจะ กว่าวัตถุเสมอ ไม่ว่าจะวางวัตถุเอาไว้ห่างจากเลนส์เท่าไร
เล็กหรือใหญ่ เล็ก	5. ถ้าภาพที่ได้มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ เราเรียกว่า แต่ถ้าภาพที่ได้มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ เราเรียกว่า ดังนั้นเลนส์นูนจึงสามารถที่จะ หรือ ก็ได้ แต่เลนส์เว้าจะ ได้เพียงอย่างเดียวจะ ไม่ได้
ขยาย ย่อ	6. ขยายหรือย่อของเลนส์ที่ใช้สำหรับทำเป็นแว่นขยายจึงเป็น และเลนส์ที่ใช้ในการย่อส่วนจึงเป็น

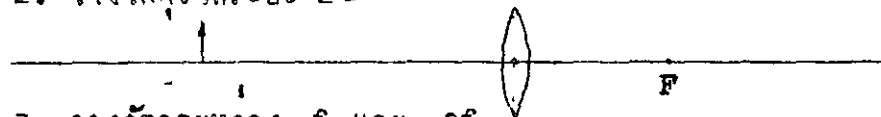
เลนส์
เลนส์
เลนส์

7. จงเขียนแผนภาพแสดงการเกิดภาพจากเลนส์ในกรณีต่างๆ
ต่อไปนี้

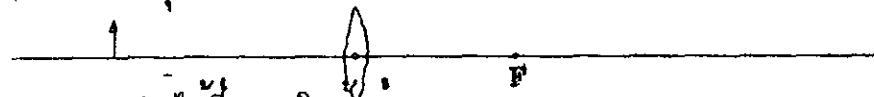
1. วางวัตถุไว้ที่ระยะเกิน $2f$



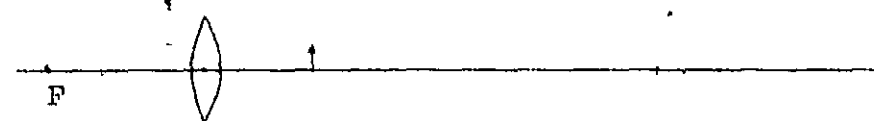
2. วางวัตถุไว้ที่ระยะ $2f$



3. วางวัตถุระหว่าง f และ $2f$



4. วางวัตถุไว้ที่ระยะใกล้กว่า f



8. จงกล่าวนัยข้อ 7 กรณีที่ได้ภาพมีขนาดโตกว่าวัตถุคือ และ

3 , 4

9. ถ้าเราต้องการให้เกิดภาพขยายเราจะต้องวางวัตถุไว้ที่ หรือ
ที่.....

ระหว่าง f กับ $2f$
ระยะน้อยกว่า f

10. ถ้าวางวัตถุระหว่าง $2f$ และ f จะได้ภาพจริงหัวกลับที่มีขนาด ...
กว่าวัตถุ และถ้าวางวัตถุไว้ที่ระยะใกล้กว่า f จะได้ภาพเสมือนหัวตั้ง
ที่มีขนาด กว่าวัตถุ

โต
โต

11. ถ้าเราต้องการให้ได้ภาพเสมือนหัวตั้งที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเราต้อง
วางวัตถุไว้ที่ หน้าเลนส์

ระยะใกล้กว่า
นูน

12. ถ้าเราต้องการได้ภาพจริงหัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ เราต้องวาง
วัตถุไว้ที่ หน้าเลนส์

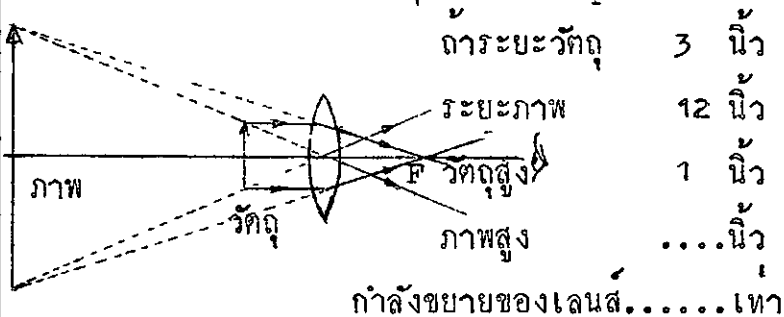
ระหว่าง ๒ กับ ๒ มม	13. ถ้าเราต้องการให้ได้ภาพเสมือนหัวตั้งที่มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ จะของวางวัตถุไว้ที่ หน้าเลนส์
ระยะไปว่าใกล้ เงา	14. เมื่อเราต้องการอ่านหนังสือที่มีขนาดเล็ก เพื่อต้องการให้มองเห็นได้ ชัดเจนเราต้องใช้เลนส์
นูน	15. ถ้าต้องการดูวัตถุที่มีขนาดใหญ่ให้ดูเล็กลงเราต้องใช้เลนส์ สองคู่
เว้า	16. เลนส์นูนไข่มองวัตถุที่เล็กทำให้ใหญ่ขึ้นดังนั้นเลนส์นูนจึงใช้ทำแว่นที่เรียก ว่า ส่วนเลนส์เว้าไข่มองวัตถุที่ใหญ่ให้ดูเล็กลงดังนั้นเลนส์ เว้าจึงใช้ทำแว่นที่เรียกว่า
แว่นขยาย แว่นยอส่วน	17. แว่นขยายที่ทำจากเลนส์นูนไข่มองวัตถุที่ ให้ดู ขึ้น กว่าเดิม ส่วนแว่นยอส่วนที่ทำจากเลนส์เว้าไข่มองวัตถุที่ ให้ดู กว่าเดิม
เล็ก ใน ใหญ่ เล็ก	18. เมื่อเรามองวัตถุโดยผ่านเลนส์นูนภาพที่ปรากฏแก่ตาเราจะเป็นภาพ ที่มีขนาดขยาย
ภาพเสมือนหัวตั้ง	19. กำลังขยายของเลนส์ สามารถคำนวณได้จากสูตรความสัมพันธ์คือ $\dots\dots = \dots\dots$ $= \dots\dots$
$M = \frac{I}{O}$ $= \frac{\dot{v}}{\dot{u}}$	20. กล้องจุลทรรศน์หรือแว่นขยายสำหรับดูรายละเอียดทำได้ด้วยเลนส์

นูน

21. ชนิดของภาพที่ปรากฏแก่ตาเราเมื่อมองผ่านแว่นขยายจะเป็น...
.....ที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

ภาพเสมือนหัวตั้ง

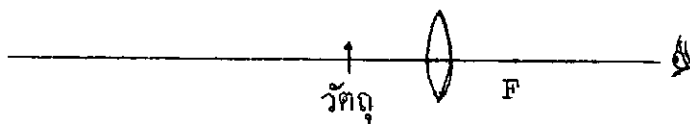
22. จากแผนภาพการมองวัตถุ ชนิดของภาพที่เรามองเห็นคือ.....



4

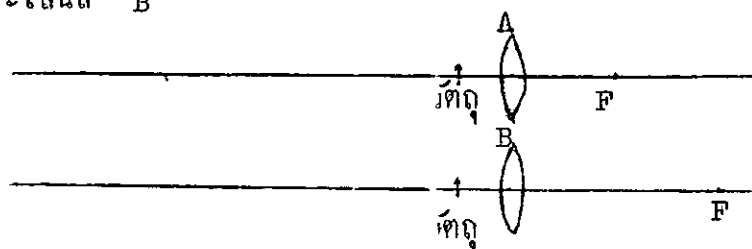
4

23. จงเขียนแผนภาพที่ตามองเห็นวัตถุให้สมบูรณ์



24. จากแผนภาพในข้อ 23 ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดขยายที่ตามองเห็น
เป็นภาพที่เกิดจากเลนส์นูน เมื่อวางวัตถุไว้ที่.....
คั่นนั้นแว่นขยายทำด้วย.....

แว่นขยาย A มีความยาวโฟกัส 2 ซม. แว่นขยาย B มีความยาวโฟกัส 4 ซม. ถ้าแว่น A และแว่น B ส่องดูวัตถุโดยถือวัตถุห่างจากแว่น 1 ซม. จงเขียนแผนผังการเกิดภาพจากเลนส์ A และเลนส์ B

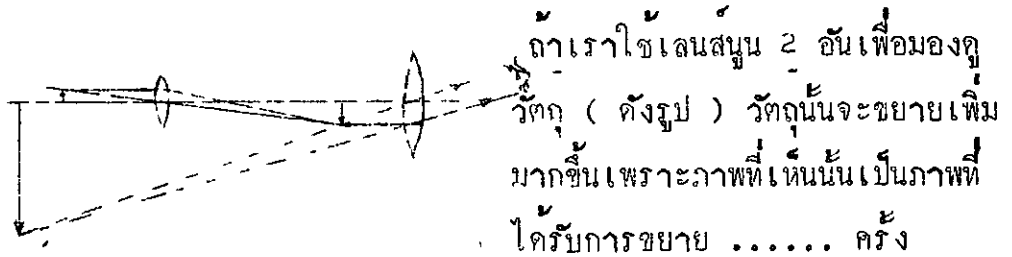


ใกล้กว่า ๕
เลนส์นูน

25. จากแผนภาพในข้อ 24 เลนส์ จะขยายภาพได้โตกว่าเลนส์....
เลนส์ A มีความยาวโฟกัสสั้นกว่าเลนส์ B ฉะนั้นเราอาจสรุป
ได้ว่าเลนส์ที่มีความยาวโฟกัส..... จะขยายภาพได้โตกว่าเลนส์ที่มีความ
ยาวโฟกัส

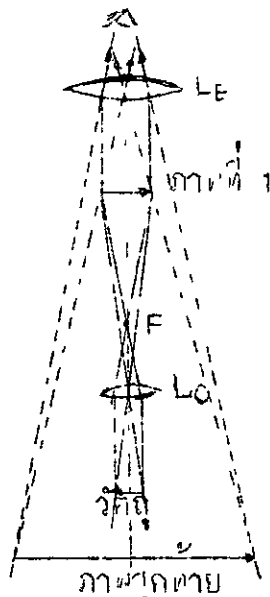
A , B
สั้น , ยาว

26. การใช้เลนส์นูนอันเดียวมองดูวัตถุ ถ้าวัตถุนั้นเล็กมาก ๆ การเห็นก็จะไม่ชัด
เพราะกำลังขยายของเลนส์จำกัด



2

27. จากรูป



เลนส์ที่อยู่ใกล้วัตถุมีชื่อเรียกว่า เลนส์ออบเจกทีฟ
หรือ เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens)
เลนส์ที่อยู่ใกล้ตาเรียกว่า อายพีซ หรือ เลนส์
ใกล้ตา (Eyepiece lens)

วางวัตถุไว้ใกล้ L_o ดังนั้น L_o คือ .

.....

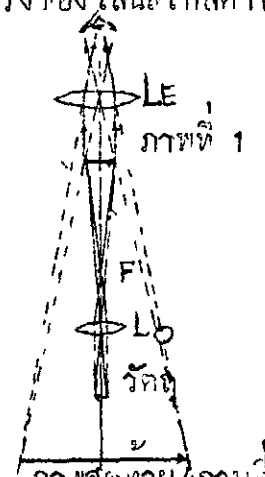
ตาเรามองที่ L_e ดังนั้น L_e คือ ...

.....

เลนส์ใกล้วัตถุ
เลนส์ใกล้ตา

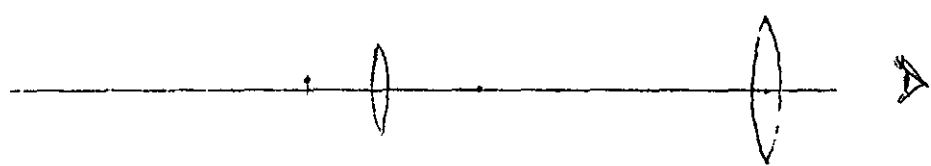
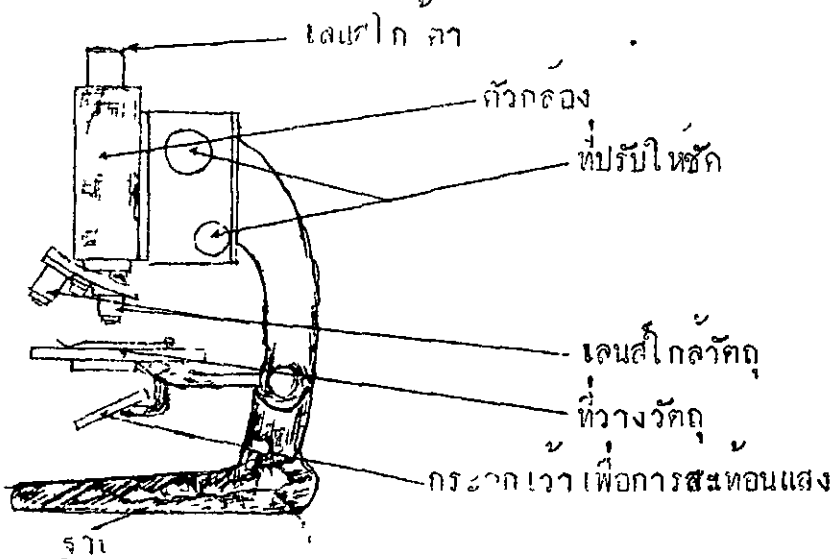
28. วาดรูปในข้อ 27. ให้นักเรียนบอกว่าเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน
ภาพที่ 1. เป็น
ภาพที่ 2. เป็น

ภาพจริง ภาพเสมือน	29. ภาพที่ 1. จะทำหน้าที่เป็นวัตถุให้กับเลนส์ใกล้ตา ดังนั้นชนิดของภาพที่ 1 จึงต้องเป็น ของวัตถุที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุ
ภาพจริง	30. ถ้า f เป็นความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ เพื่อให้เกิดภาพจริงหัวกลับ ขนาดขยาย เราจะต้องวางวัตถุไว้ระหว่าง กับ ของเลนส์ใกล้วัตถุเท่านั้น
f , $2f$	31. ถ้าภาพที่ 1. เป็นภาพจริงหัวกลับขนาดขยายของวัตถุ ดังนั้นวัตถุที่วางไว้จะต้องอยู่ระหว่าง กับ ของเลนส์ใกล้วัตถุเท่านั้น
f , $2f$	32. ถ้าวัตถุที่เราต้องการดูเป็นวัตถุที่มีขนาดเล็กมาก จึงจำเป็นที่จะต้องวางวัตถุนั้นไว้ใกล้ๆ หรือ ระยะสั้นๆ กับเลนส์ เพื่อให้เห็นได้ชัดเจน และวัตถุนั้นจะต้องอยู่ระหว่าง f กับ $2f$ ของเลนส์ใกล้วัตถุ ดังนั้นเลนส์ใกล้วัตถุต้องเป็นเลนส์ที่มีความยาวโฟกัส
สั้น	33. <u>เลนส์ใกล้วัตถุเป็นเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้น</u> ดังนั้นระยะวัตถุที่ห่างจากเลนส์ใกล้วัตถุ ควบ
สั้น	34. เราใช้เลนส์ใกล้วัตถุเป็นเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้นเพราะว่า

วัตถุที่ต้องการดูมีขนาดเล็ก และจะตองวางวัตถุอยู่ระหว่างกับ เพื่อให้เห็นได้ชัดเจน	35. ภาพที่ 1 เป็นภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุ (L_o) ซึ่งทำหน้าที่เป็นวัตถุจริงของเลนส์ใกล้ตา (L_e)  ถ้า f_o เป็นความยาวโฟกัสของเลนส์ L_o ภาพที่ 1 จะตกที่ระยะ..... จึงทำให้ภาพที่ 2 ที่เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือนของภาพจริงที่เกิดจากเลนส์ L_o แล้วภาพที่เรามองเห็นจะมีลักษณะ..... กับวัตถุ ขนาดขยาย
หัวกลับ	36. ภาพที่ 2 ซึ่งเป็นภาพเสมือนที่เรามองเห็น จะเกิดขึ้นอยู่ห่างจากเลนส์ตาประมาณ 25 ซม. หรือ 10 นิ้ว ซึ่งเป็นระยะที่เรามองเห็นได้ชัดเจน ดังนั้นเพื่อให้เรามองเห็นได้ชัดเจน ภาพเสมือนที่เรามองเห็นจะวางตัวให้อยู่ห่างจากเลนส์นัยน์ตาประมาณ.....หรือ.....
25 ซม. , 10 นิ้ว	37. เพื่อให้ภาพที่ 1 ตกที่ระยะใกล้กว่า หรือสั้นกว่า f_e เสมอ ดังนั้นเลนส์ใกล้ตา จะต้องเป็นเลนส์ที่มีความยาวโฟกัส.....และเลนส์ใกล้วัตถุ จะต้องเป็นเลนส์ที่มีความยาวโฟกัส.....
ยาว , สั้น	38. ภาพที่ 1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวัตถุจริงให้กับเลนส์ใกล้ตา ตกที่ระยะใกล้กว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา นั่นคือระยะวัตถุเสมือนจะต้อง...กว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา
สั้น	39. ถ้า f_o เป็นความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ f_e เป็นความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา ดังนั้น f_o จะ.....กว่า f_e หรือ f_e จะ.....กว่า f_o

สั้น ยาว	40. ภาพของวัตถุจากกล้องจุลทรรศน์ จะอยู่ห่างจากตาประมาณ..... หรือ..... เพราะเป็นระยะที่เห็นได้ชัดเจน
25 ซม. 10 นิ้ว	41. ทัศนูปกรณ์ที่ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อันโดยที่เลนส์ใกล้วัตถุมีความยาวโฟกัสสั้น และเลนส์ใกล้ตามีความยาวโฟกัสยาว และเราใช้ทัศนูปกรณ์ชนิดนี้สำหรับส่องดูวัตถุที่มีขนาดเล็กมากๆ ในขยายใหญ่ขึ้นจึงมีชื่อเรียกว่ากล้องจุลทรรศน์ (Microscope) หรืออย่างที่เรียกว่ากล้องจุลทรรศน์เชิงประกอบ (Compound Microscope) ทั้งนี้ถ้าเราต้องการดูเชื้อโรคที่มีขนาดเล็ก ทัศนูปกรณ์ที่เราเลือกใช้คือ....
กล้องจุลทรรศน์	42. กล้องจุลทรรศน์ เป็นทัศนูปกรณ์ที่สามารถขยายสิ่งทีเล็ก ๆ ใ้เห็นได้จนประกอบไปด้วย... .. 2 อัน โดยที่เลนส์ใกล้ตาเป็นเลนส์ที่ปี..... ..ยาว และเลนส์ใกล้วัตถุเป็นเลนส์ที่ปี.....
เลนส์นูน ความยาวโฟกัส ความยาวโฟกัสสั้น	43. กล้องจุลทรรศน์คือ.....
ทัศนูปกรณ์ที่ใช้ส่องดูวัตถุที่มีขนาดเล็กในขยายใหญ่ขึ้น	44. กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์หาได้จากผลคูณของกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ กับกำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา คือกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ = กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ $\times$ กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา ดังนั้นถ้าเลนส์ใกล้วัตถุมีกำลังขยาย 20 เท่า และเลนส์ใกล้ตามีกำลังขยาย 8 เท่า กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์เท่ากับ..... เท่า

160	45. ถ้าเลนส์ใกล้ตามีกำลังขยาย 40 เท่า และเลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยาย 20 เท่า กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์เท่ากับ.....เท่า
800	46. จากโจทย์ข้อ 45. ถ้าใช้กล้องส่องดูวัตถุที่มีขนาด .01 ซม. จะมองเห็นภาพมีขนาด ซม.
8	47. กล้องจุลทรรศน์สามารถขยายได้ถึงจำนวนเท่าๆ เท่า ดังนั้นจึงสามารถใช้ส่องดูวัตถุที่มีขนาดเล็กๆ ได้ กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ = ...
	48. กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ดูโดยทั่วไปจะมีเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตาหลายอัน เพื่อเลือกใช้ได้ตามความต้องการจะดูขยายมากของเพียงใด ถ้าเลนส์ใกล้ตามีกำลังขยาย 60 เท่า เลนส์ใกล้วัตถุมีกำลังขยาย 40 เท่า กล้องจุลทรรศน์มีกำลังขยาย เท่า
2400	49. กล้องจุลทรรศน์อันหนึ่งมีเลนส์ฉายให้เลือกใช้ 2 อัน มีกำลังขยาย 20 และ 30 เท่า มีเลนส์ออพเรกทีฟ 2 อัน ซึ่งมีกำลังขยาย 30 และ 40 เท่า กล้องจุลทรรศน์นี้มีกำลังขยายได้กี่เท่า 1) มีกำลังขยาย เท่า 2) มีกำลังขยาย... ..เท่า 3) มีกำลังขยาย.....เท่า 4) มีกำลังขยาย.....เท่า
800, 1200, 600 ,900.	50. ชนิดของภาพที่เรามองเห็นจากกล้องจุลทรรศน์จะเป็น..... ที่ใหญ่มากโตกว่าวัตถุมาก

ภาพเสมือนหัวตั้ง	51. ใน การสังเกตการขยายตัวของวัตถุที่มีขนาดเล็กๆ ห่างจากวัตถุไปมากพอที่จะทำให้เห็นการขยายเห็นได้ชัดเวลาส่องจุดบรรจบกันจึงต้องเป็น <u>กระจกเงา</u> สำหรับบางคนแล้ว เพื่อให้วัตถุวางขึ้น และทำให้มองเห็นชัดเจนนี่เพราะการมองเห็นจะเกิดขึ้นได้ เนื่องจาก.....จากวัตถุ..... เขาดูภาพเรา
แสงจากวัตถุสะท้อน	52. ถอดจตุรศรประกอบด้วยเลนส์นูน 2 ชิ้น เลขที่ตามอง เรียกว่า..... เลขที่วันล่าง เรียกว่า.....
เลนส์ใกล้ตา เลนส์ใกล้วัตถุ	53. วาดเขียนแผนผังการเกิดภาพจากเลนส์จตุรศรเพื่อให้สมบูรณ์ 
	54. แผนภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์ 

	55. ประโยชน์ของกล้องจุลทรรศน์คือ.....
	56. คุณสมบัติที่สำคัญของเลนส์นูนทั้งสองของกล้องจุลทรรศน์คือ 1) เลนส์ใกล้ตาจะต้องเป็นเลนส์ที่..... 2) เลนส์ใกล้วัตถุจะต้องเป็นเลนส์ที่.....
มีความยาวโฟกัสยาว มีความยาวโฟกัสสั้น	57. เพื่อให้แสงที่วัตถุในกล้องจุลทรรศน์มีมากพอ อุปกรณ์ที่ใช้สะท้อนแสงในกล้องจุลทรรศน์คือ.....
กระจกเงา	58. นอกจากกล้องจุลทรรศน์แล้ว ยังมีอุปกรณ์อีกแบบหนึ่ง ที่ทำหน้าที่คล้ายกับกล้องจุลทรรศน์ คือใช้<u>สองควัตถุที่มีขนาดใหญ่ที่อยู่ใกล้ๆ</u> ซึ่งมองดูด้วยตาเปล่าไม่ชัด ให้มองเห็นชัดเจขึ้น ทิศนอุปกรณ์ชนิดนี้เรียกว่า กล้องโทรทรรศน์ (Telescope)
	59. คำว่า Telescope แปลว่า<u>มองไกล</u> ดังนั้นกล้องโทรทรรศน์จึงใช้<u>สองควัตถุที่อยู่.....</u>ให้เห็นเสมือนอยู่ใกล้
ไกล	60. กล้องโทรทรรศน์ใช้<u>สองควัตถุที่อยู่ไกล</u>ให้เห็นเสมือนอยู่ใกล้ ส่วนกล้องจุลทรรศน์ใช้<u>สองควัตถุที่.....</u>ให้เห็น.....ขึ้น
มีขนาดเล็ก ใหญ่	61. วัตถุที่เราดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเ็นวัตถุที่มีขนาดเล็กๆ และวางไว้ใกล้ๆกับเลนส์ออฟเฟกที่ฟ้านกล้องโทรทรรศน์จะใช้<u>สองควัตถุที่มีขนาด.....ที่อยู่.....</u>เกินกว่าจะมองรายละเอียดด้วยตาเปล่า ให้มองเห็นชัดเจขึ้น

ใหญ่ ไกล	62. กล้องโทรทรรศน์... ให้เห็นวัตถุที่ไกลกว่าที่มองด้วยตาเปล่า... สองคู่
กล้องโทรทรรศน์	63. กล้องโทรทรรศน์ใช้สำหรับส่องดูวัตถุ.....
ไกล อยู่ใน	64. โลกเรามีมาสิ่งเกิดที่อยู่ไกลๆมาก เช่น ดาวจันทร์ ดวงดาว เพื่อ ให้มองเห็นได้ชัด เราจึงเลือกใช้.....สองคู่
กล้องโทรทรรศน์	65. กล้องโทรทรรศน์มีประโยชน์สำหรับสังเกตการณ์วัตถุที่ไกลๆ เช่น ดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย ในระบบสุริยะของเรา..... 2)..... 3)..... 4).....
ดวงอาทิตย์, ดวงจันทร์ ดาวหาง	66. เมื่อเราส่องกล้องโทรทรรศน์ไปส่องดูดวงอาทิตย์ นักดาราศาสตร์ กล้องโทรทรรศน์จึงมี.....
กล้องโทรทรรศน์	67. กล้องโทรทรรศน์ทำหน้าที่คล้ายกับกล้องถ่ายรูป.....

	68. กล้องโทรทรรศน์มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า.....
กล้องดาราศาสตร์	69. จากเรื่องการเกิดภาพนักรเรียนจงจำได้ว่า ภาพเกิดขึ้นได้ใน 2 ลักษณะคือภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสง และภาพที่เกิดจากการหักเหของแสง กล้องโทรทรรศน์เป็นว่าทำให้เกิดภาพ ดังนั้นลักษณะของภาพที่เกิดจากกล้องโทรทรรศน์จึงเป็นภาพที่เกิดจาก..... และกล้องนั้นใช้กระจกเงาเพื่อทำให้เกิดภาพลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพที่เกิดจาก....
การหักเหของแสง การสะท้อนของแสง	70. กล้องโทรทรรศน์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะของการเกิดภาพคือ 1) กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง(Refracting Telescope) 2) กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง(Reflecting Telescope)
	71. กล้องโทรทรรศน์อันหนึ่งมีเลนส์ออฟเจกทีฟหักเหแสงจากดวงดาวทำให้เกิดภาพ ดังนั้นจึงเป็นกล้องโทรทรรศน์ชนิด.....
หักเหแสง	72. กล้องโทรทรรศน์อันหนึ่งมีกระจกเว้าสะท้อนแสงทำให้เกิดภาพของดวงจันทร์ ดังนั้นจึงเป็นกล้องโทรทรรศน์ชนิด.....
สะท้อนแสง	73. กล้องโทรทรรศน์มี 2 ประเภทคือ 1)..... 2).....
ชนิดหักเหแสง ชนิดสะท้อนแสง	74. นักรเรียนจงจำได้ว่ากล้องจุลทรรศน์ประกอบด้วยเลนส์ 2 อันคือเลนส์.....และเลนส์.....ซึ่งอยู่ใกล้วัตถุและอยู่ใกล้ตา

ใกล้วัตถุ, ใกล้ตา	75. ภาพที่เกิดจากกล้องจุลทรรศน์เป็นภาพที่เกิดขึ้นจาก..... ของแสงผ่านเลนส์
การหักเห	76. กล้องโทรทรรศน์มีลักษณะคล้ายกับ.....
กล้องจุลทรรศน์	77. กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงแบบธรรมดาจะประกอบด้วย เลนส์นูน 2 อัน เช่นเดียวกับ เลนส์ของกล้องจุลทรรศน์ ก็เป็นเลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) และเลนส์ใกล้ตา (Eyepiece lens) แต่ความยาวโฟกัสของเลนส์ทั้ง 2 ของกล้องโทรทรรศน์จะมีลักษณะตรงข้ามกับ เลนส์ของกล้องจุลทรรศน์คือ เลนส์ออบเจกทีฟของกล้องจุลทรรศน์จะมีความยาวโฟกัส.....แต่ของกล้องโทรทรรศน์จะมีความยาวโฟกัสสั้น และเลนส์ออปติคัลของกล้องจุลทรรศน์จะมีความยาวโฟกัส.....แต่ของกล้องโทรทรรศน์จะมีความยาวโฟกัสยาว
ยาว , สั้น	78. เลนส์ออบเจกทีฟของกล้องโทรทรรศน์จะมี..... แต่ของกล้องจุลทรรศน์จะมีความยาวโฟกัสยาว เลนส์ออปติคัลของกล้องโทรทรรศน์จะมี..... แต่ของกล้องจุลทรรศน์จะมีความยาวโฟกัสสั้น
ความยาวโฟกัสสั้น ความยาวโฟกัสยาว	79. เลนส์ออปติคัลของกล้องโทรทรรศน์จะมี..... แต่ของกล้องจุลทรรศน์จะมี..... เลนส์ออบเจกทีฟของกล้องโทรทรรศน์จะมี..... แต่ของกล้องจุลทรรศน์จะมี.....
	80. เลนส์ออบเจกทีฟและเลนส์ออปติคัลของกล้องโทรทรรศน์จะมีลักษณะ..... กับของกล้องจุลทรรศน์

ตรงข้าม	81. กรวยโทรทรรศน์ที่ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อัน เควร์ใกล้ตาเป็นเลนส์ที่มี.....และเลนส์ใกล้วัตถุเป็นเลนส์ที่มี.....
ความยาวโฟกัสสั้น ความยาวโฟกัสยาว	82. เควร์นึ่ง 2 ของกล้องโทรทรรศน์เรียกว่า 1)..... 2).....
เลนส์ใกล้วัตถุ เลนส์ใกล้ตา	83. กล้องโทรทรรศน์เชิงหักเหแสง เป็นกล้องประเภทที่ประกอบด้วยเลนส์เว้าและเลนส์นูนสำหรับแสงเข้าในเกิดภาพ โดยเลนส์อันหนึ่งเป็นเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาว ส่วนที่เป็น.....และอีกอันหนึ่งมีความยาวโฟกัสสั้นทำหน้าที่เป็น.....
เลนส์ใกล้วัตถุ เลนส์ใกล้ตา	84. เควร์นึ่ง 2 ของกล้องโทรทรรศน์เชิงหักเหแสงแบบธรรมดา คือ 1) เควร์.....เป็นเลนส์ที่มี..... 2) เควร์.....เป็นเลนส์ที่มี.....
ใกล้วัตถุ, มี ยาว ใกล้ตา, มี สั้น	85. เนื่องจากวัตถุที่ใกล้กล้องโทรทรรศน์ส่องดูจะอยู่ไกลมาก ดังนั้นแสงจากวัตถุจึงเป็น<u>แสงขนาน</u> หรือ <u>เกือบขนาน</u> เมื่อแสงจากวัตถุนั้นหักเหผ่านเลนส์ออฟเฟกัล จะไปรวมกันเกิดเป็น<u>ภาพจริงหัวกลับ</u> ขนาดเล็กเป็นจุด (จุดโฟกัส) ของเลนส์ใกล้วัตถุ ดังนั้นภาพที่ได้จากเลนส์ออฟเฟกัลของกล้องโทรทรรศน์จะเป็น.....ขนาดเล็ก เป็นจุด
ภาพจริงหัวกลับ	86. ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้นจากภาพหักเหของแสงผ่านเลนส์ออฟเฟกัลที่ปของกล้องโทรทรรศน์จะเกิด.....ขนาดเล็ก เป็นจุด

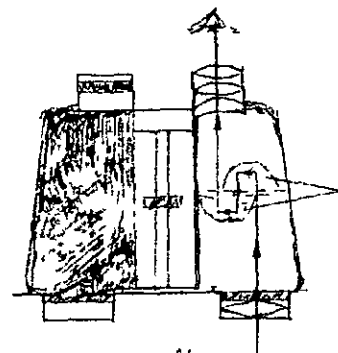
ภาพจริงหัวกลับ	87. เนื่องจากภาพแรกจากเลนส์ออบเจกต์มีขนาดเล็กเป็นจุด จึงต้องขยายให้ใหญ่ขึ้นด้วยเลนส์ฉาย เพื่อให้เห็นชัดเจาะถึงนั้น เหนือกำหนดที่ขยายภาพ นั่นคือโทรทัศน์ คือ.....
ฉายขึ้น	88. ในกล้องโทรทัศน์ ภาพจริง หัวกลับ ขนาดเล็กเป็นจุดที่เกิดจากเลนส์ออบเจกต์จะได้รับการขยายอีกครั้งหนึ่งจาก ของกล้องโทรทัศน์
เลนส์ฉายขึ้น	89. เนื่องจากภาพที่เกิดจากเลนส์ออบเจกต์ของกล้องโทรทัศน์มีขนาดเล็กเป็นจุด จึงต้องให้..... เพื่อที่จะขยายอีกครั้งหนึ่งโดย แล้วยังชัดเจนอยู่
เลนส์ฉายขึ้น	90. การที่จะทำให้ภาพที่เกิดจากเลนส์ออบเจกต์ชัดเจนมากๆ ซึ่งมาจากรัตถุและผ่านเลนส์จะต้องมีมากกว่ ดังนั้นเลนส์ออบเจกต์ของกล้องโทรทัศน์จึงต้องทำให้ <u>กว้าง</u> เพื่อที่จะได้รับแสงได้ <u>มากๆ</u>
	91. เพื่อให้เลนส์ออบเจกต์ของกล้องโทรทัศน์รับแสงจากรัตถุได้มาก จึงต้องสร้างให้.....
กว้าง	92. การที่โครงสร้างให้เลนส์ออบเจกต์ของกล้องโทรทัศน์ให้ <u>กว้าง</u> ก็เพื่อให้รับแสงจากรัตถุได้.....
ปาก	93. เมื่อแสงจากรัตถุเป็นภาพที่เกิดจากเลนส์ออบเจกต์ ก็จะมีกว่ชัดเจน เพื่อให้รับการขยายอีกครั้งหนึ่งโดย แล้วยังชัดเจนอยู่

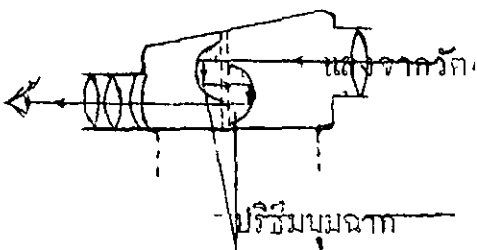
เลนส์ฉายไฟ	94. เลนส์ที่ทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับขนาดเล็ก เป็นจุดในกล้องโทรทรรศน์ เรียกว่า..... เป็นเลนส์ชนิดใด.....
ข้อเท็จจริง ความยาวโฟกัสยาว	95. เลนส์ที่ทำหน้าที่ขยายภาพในกล้องโทรทรรศน์ เรียกว่า..... เป็นเลนส์ชนิดใด.....
อายุที่ยืน ความยาวโฟกัสสั้น	96. เมื่อภาพมาจากข้อเท็จจริงระยะไม่เกินความยาวโฟกัสของเลนส์ฉายไฟ ภาพที่เกิดจากเลนส์ตัวนี้จะเป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดขยาย เราสามารถเห็นภาพจากกล้องโทรทรรศน์มีขนาดขยายจริงของจักรวาลจากภาพระยะ..... ของเลนส์ฉายไฟ
น้อยกว่า ความยาว โฟกัส	97. ภาพที่เกิดจากเลนส์ฉายไฟของกล้องโทรทรรศน์ เป็น..... ขนาดขยาย
เสมือนหัวตั้ง	98. ภาพจริงหัวกลับขนาดเล็ก เป็นจุดที่เกิดจากเลนส์ข้อเท็จจริง จะได้รับการขยายออกไปอีกจาก..... ของกล้องโทรทรรศน์ - และเมื่อให้ภาพนั้นปรากฏขยายระยะวัตถุของอายุยืน จะต้องไม่เกิน..... ของฉายไฟ
เลนส์ฉายไฟ ความยาวโฟกัส	99. ภาพที่เกิดจากฉายไฟ เป็นภาพเสมือนของภาพจริงที่เกิดจากเลนส์ข้อเท็จจริง ภาพจริงจากข้อเท็จจริงจะหัวกลับกับวัตถุ ดังนั้นภาพที่เรามองเห็นจะ..... กับวัตถุจริง
หัวกลับ	100. ภาพที่เราเห็นจากฉายไฟจะเป็นภาพเสมือนหัวกลับ กับวัตถุเดิมและขนาด.....

ขยาย	101. ภาพของวัตถุที่เรามองเห็นจากกล้องโทรทรรศน์จะเป็น..... ที่มีขนาดขยาย
ภาพเสมือนหัวกลับ	102. จากแผนภาพแสดงการเกิดภาพจากกล้องโทรทรรศน์ ชนิดหักเหแสง LO คือ..... เป็น เลนส์ที่มีความยาวโฟกัส..... LE คือ..... เป็น เลนส์ที่มี..... ภาพแรกจะเป็น..... ขนาดเล็ก เป็นจุด ภาพสัณท่ายเป็น..... ขนาดขยาย
เลนส์ใกล้วัตถุ, ความยาวโฟกัสสั้น เลนส์ใกล้ตา ภาพจริงหัวกลับ ภาพเสมือนหัวกลับ	103. เนื่องจากกล้องโทรทรรศน์แบบธรรมดาที่ใช้เลนส์ 2 ชิ้น จะให้ภาพเสมือนหัวกลับ เมื่อเรานำมาใช้ส่องดูวัตถุที่อยู่ไกลๆ บนพื้นโลก การโคจรห้วงอวกาศ, ทำได้โดยการสลับการสังเกต จึงได้มีอุปกรณ์กล้องโทรทรรศน์ชนิดให้ภาพหัวตั้งขึ้น กล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้ในทางเทคนิคหัวตั้งนี้เรียกว่า <u>กล้องโทรทรรศน์แบบ เทอเรสเทรียล (Terrestrial Telescope)</u>
กล้องโทรทรรศน์ที่ให้ภาพหัวตั้ง	104. กล้องโทรทรรศน์แบบ เทอเรสเทรียล คือ.....
	105 กล้องโทรทรรศน์ชนิดที่ให้ภาพหัวตั้งเรียกว่า.....

เอเรสเทียส	106. กล้องโทรทรรศน์แบบเอเรสเทียส เป็นกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงที่ทำให้เกิดภาพ.....แต่กล้องโทรทรรศน์แบบธรรมดาจะได้อาผล.....
หัวตั้ง หัวกลับ	107. การนำภาพจากกล้องโทรทรรศน์เป็นภาพหัวตั้งทำได้ดังภาพ L_0 คือ..... L_E คือ..... L_0' คือ <u>เลนส์เพิ่มเติมเข้าไปเพื่อทำให้ได้ภาพจริงหัวตั้ง</u>
เลนส์ใกล้วัตถุ เลนส์ใกล้ตา	108. จากรูปใน 107 เราได้ภาพสุดท้ายเป็นภาพเหมือนหัวตั้ง โดยการเพิ่มเลนส์... ..เข้าไปเพื่อให้ได้ภาพเลนส์อว. เลนส์ที่ 1 และเลนส์ฉายพืช
บน	109. ภาพที่ 2 จ. เป็นภาพจริงหัวกลับของภาพที่ 1 และทำหน้าที่เป็นวัตถุให้กับเลนส์.....ของกล้องโทรทรรศน์
ใกล้ตา	110. เลนส์ที่ทำหน้าที่กลับภาพไว้เป็นหัวตั้งคือ.....ที่เพิ่มเข้าไประหว่างเลนส์อว. เลนส์ที่ 1 และ เลนส์ฉายพืช
เลนส์นูน	111. ภาพสุดท้ายที่ได้ เป็นภาพเหมือนหัวตั้ง เหมือนกับวัตถุ มีขนาดขยาย เลนส์ทำหน้าที่ขยายมากน้อย.....ของกล้องโทรทรรศน์

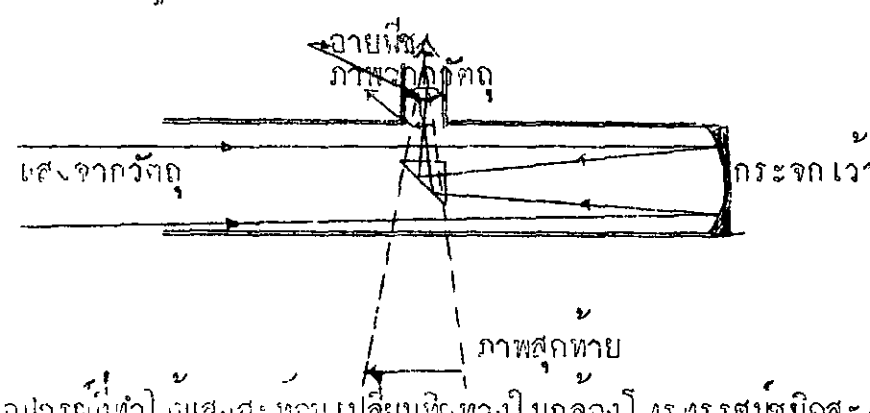
เลนส์อายพิช	112. เลนส์ที่เราเห็นเข้าไปเพื่อกลับภาพ ให้เป็นหัวตั้งคือ..... ซึ่งอยู่ระหว่างเลนส์.....และเลนส์..... ของกล้องโทรทรรศน์
เลนส์นูน เลนส์ออบเจกทีฟ เลนส์อายพิช	113. ในการทำกล้องโทรทรรศน์ให้ไกลภาพหัวตั้งนอกจากจะทำโดยการเพิ่ม เลนส์นูนอีกอันหนึ่ง เข้าไประหว่าง เลนส์ออบเจกทีฟและเลนส์อายพิช แล้ว ยังทำได้โดยการ <u>เปลี่ยนอายพิช เป็นเลนส์เว้า</u> ดังรูป เลนส์อายพิช เป็น.....
เลนส์เว้า	114. กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงที่มีอายพิช เป็นเลนส์เว้า มีชื่อเรียกอีก อย่างหนึ่งว่ากล้องกาลิเลโอ (Galileo Telescope) เพราะกาลิเลโอเป็นผู้สร้างขึ้นคนแรก กล้องกาลิเลโอคือ.....
กล้องโทรทรรศน์ที่มี อายพิช เป็นเลนส์เว้า	115. กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงที่ให้ภาพเหมือนหัวตั้งขนาดขยาย ที่มี อายพิช เป็นเลนส์เว้า มีชื่อเรียกว่า.....
กล้องกาลิเลโอ	116. กล้องโทรทรรศน์แบบ เทอเรสเทรียจ คือ.....
กล้องโทรทรรศน์ที่ให้ ภาพหัวตั้ง	117. กล้องกาลิเลโอมีอายพิช เป็นเลนส์เว้า ให้ภาพเหมือนหัวตั้ง ดัง นั้นกล้องกาลิเลโอเป็นกล้องโทรทรรศน์แบบ..... อีกอย่างหนึ่ง

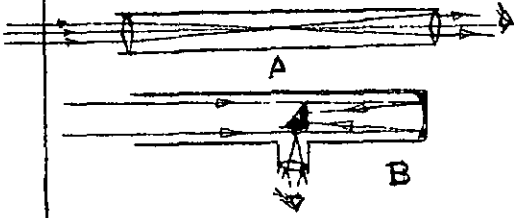
เทอร์เรส เทวียอ	118. ภาพสุดท้ายที่เรามองเห็นจากกล้องทาวี เดโอจะเป็น..... ที่มีขนาดขยาย
ภาพเสมือนหัวตั้ง	119. เมื่อต้องการให้ภาพจากกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง เป็นภาพหัวตั้ง เราทำได้โดยการเปลี่ยนอายุพิง ของกล้อง เป็น..... หรือเพิ่ม.....อีกอันหนึ่ง เข้าไประหว่าง..... และ.....ของกล้องโทรทรรศน์
เลนส์เว้า , เลนส์นูน อายุพิง , ออฟเฟกทีฟ	120. จากภาพเป็นกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงอีกแบบหนึ่ง ที่ให้ภาพ เสมือนหัวตั้งขนาดขยาย มีชื่อเรียกว่า กล้องส่องตา (Prism Benocular) วิธีสังเกตจาก  กล้องส่องตา เป็นกล้องโทรทรรศน์ชนิด..... ที่ให้ภาพเสมือน หัวตั้งขนาดขยาย
หักเหแสง	121. มักเรียกแบบเคยเห็นกล้องส่องตา(Prism Benocular) บางตัว กล้องส่องตาเป็นกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงที่ใช้สองคู่ วัตถุนั้นพื้นโลกดังนั้นภาพที่ได้จากกล้องส่องตาจะเป็น..... ขนาดขยาย
ภาพเสมือนหัวตั้ง	122. กล้องส่องตาเป็นกล้องโทรทรรศน์ที่มีประสิทธิภาพที่สุด และมีคุณสมบัติ เหมือนกับกล้องโทรทรรศน์ทั่วไปคือให้สองคู่วัตถุที่..... ให้เห็น.....

ไกล , เสง็อยอยู่ไกล	123. กล้องสองตา เป็นกล้องที่ภาพ เสมือน หัวตั้ง ดังนั้นกล้องสองตาเป็นกล้องโทรทรรศน์แบบ.....อีกอย่างหนึ่ง
เทอเรส เทริบลด	124. การที่กล้องสองตามีขนาดสั้นกร ากหัก เพราะใช้ปริซึมมุมฉาก 2 อัน ช่วยสะท้อนแสงกลับไปกลับมา 2 ารั้ง ภาพจึงย่นระยะทางไ้มาก ฉะนั้น ึ่งที่มาช่วยสะท้อนแสงกลับไปกลับมา 2 ครั้ง เพื่อย่นระยะในกล้องสองตาก็คือ..... 
ปริซึมมุมฉาก 2 อัน	125. ภาพที่เกิดจากกล้องสองตาเป็นภาพ เสมือน หัวตั้ง ขนาดขยาย การที่ไ้ภาพหัวตั้ง เพราะมี.....2 อันมาช่วยสะท้อนแสงกลับไปกลับมา 2 ครั้ง
ปริซึมมุมฉาก	126. กล้องสองตาได้ภาพหัวตั้ง เรา มีปริซึมมุมฉาก 2 อัน ช่วยสะท้อนแสง เื่อกลับไปทิศทางถึง.....ครั้ง
2	127. เราจึงสรุปได้ว่ากล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงที่ไ้ภาพเสมือนหัวตั้ง เหมือนกับวัตถุ ี่ 3 แบบ คือ 1) แบบที่เพิ่ม.....ระหว่าง.....และ..... ของกล้องโทรทรรศน์ 2) แบบที่มี..... เป็นเลนส์เว้า 3) กล้องสองตาที่มี.....ช่วยสะท้อนแสง เพื่อกลับทิศทาง
น้สนุ่น , อายโพ ฟเจกทีฟ, อายโพ อีเจนฉาก	128. กล้องสองตาชนิดหักเหแสงที่ไ้ภาพหัวตั้งมีชื่อเรียกเฉพาะว่า.... ดังนั้นกล้องสองตาจึง เป็น..... อีกแบบหนึ่งด้วย

เคอเรส เทรียบ เคอเรส เทรียบ	129. กล้องโทรทรรศน์ที่ขยับได้ เ็นเลนส์เว้า แล้วย้อมที่เลนส์นูนอีกอันหนึ่งระหว่างวัตถุโลกกับและวามเพ็ จะให้ภาพหัวตั้ง ถังนั้นจึงเป็นกล้องโทรทรรศน์แบบ.....
เคอเรส เทรียบ	130. กล้องโทรทรรศน์แบบ เคอเรส เทรียบ.....
กล้องโทรทรรศน์ ชนิดหักเหแสงที่ให้ ภาพเสมือนหัวตั้ง	131. กล้องโทรทรรศน์แบบ 2 ประเภทย่อยๆ คือ 1) .. 2) ..
ชนิดสะท้อนแสง ชนิดหักเหแสง	132. กล้องโทรทรรศน์แบบ 2 ประเภทย่อยๆ คือ 1) .. 2) ..
ชนิดหักเหแสง ชนิดสะท้อนแสง	133. กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง ภาพจริงวัตถุเกิดจากแสงจากวัตถุ..... ผ่านเลนส์ ถังนั้นกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง ภาพของวัตถุเกิดจากแสงจากวัตถุ.....จากกระจกเงา
หักเห สะท้อน	134. อุปกรณ์ที่ช่วยสะท้อนแสงจากวัตถุ ทำให้เกิดภาพในกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงคือ กระจกเงา ถังนั้นกระจกเงาทำหน้าที่..... จากวัตถุทำให้เกิดภาพ
สะท้อนแสง	135. อุปกรณ์ที่ช่วยสะท้อนแสงจากวัตถุ ทำให้เกิดภาพในกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงคือ.....

กระจกเงา	136. กล้องโทรทรรศน์ชนิดที่แสงที่มาจากวัตถุที่ห่างไกลมาแต่ไกลเกิดเป็นภาพ ส่วนกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงจะมี..... ทำหน้าที่..... ..ทำให้เป็นภาพ
กระจกเงา สะท้อนแสง	137. กระจกเงาในกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง จะทำหน้าที่รวมแสงจากวัตถุที่เกิดเป็นภาพแทนวัตถุจริง ดังนั้นเลนส์ใกล้วัตถุของกล้องชนิดนี้จึงไม่มี เพราะมี.....ทำหน้าที่แทนวัตถุที่อยู่นิ่งแล้ว
กระจกเงา	138. ภาพจริงที่เกิดจากการสะท้อนแสงของกระจกเงา จะเป็นภาพ <u>จริงหัวกลับ</u> ที่มีขนาดเล็กเป็นจุด จึงต้องขยายได้ใหญ่ขึ้นด้วย <u>เลนส์ฉาย</u> เพื่อให้องค์เห็นได้ชัดขึ้น กับนี้ เลนส์ที่ทำหน้าที่ขยายจากภายในกล้องโทรทรรศน์ คือ.....
ฉายพืช	139. ภาพจริงหัวกลับขนาดเล็กเป็นจุดในกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงเกิดจาก..... ..แล้วได้รับการขยายได้ใหญ่ขึ้นด้วยเลนส์.....
การสะท้อนของแสง จากกระจกเงา ฉายพืช	140. เมื่อใช้ภาพที่เกิดจากกระจกเงามีแสงมากพอ จึงต้องสร้างกระจกเงาให้ <u>กว้าง</u> เพื่อรับแสงได้ <u>มาก</u> และภาพที่เกิดจากกระจกเงานี้จึงใช้ขยายด้วยอีกตัวหนึ่งจาก.....
ฉายพืช	141. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาของกล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้สร้างให้..... ..ให้.....
กว้าง มากๆ	142. ในกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงจะมี..... ..ส่วนแสงที่เข้าจาก..... ..ทำให้.....

กระจกเงา อวยพิช	143. เนื่องจากอวยพิชของกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงจะอยู่ภายในของตัวกล้อง ดังนั้นจึงต้องมีกระจกเงาราย หรือปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉากไปกั้นทางเดินของแสง ทำให้แสงสะท้อนเปลี่ยนทิศทางไปยังอวยพิชที่อยู่ภายในตัวกล้อง  ดูภาพที่ทำได้กับแสงสะท้อนเปลี่ยนทิศทางในกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงก็อ.....หรือ.....
กระจกเงาราย ปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉาก	144. แสงจากกระจกเงาสะท้อนเปลี่ยนทิศทางไปยังอวยพิช เนื่องจากมี.....หรือ.....มาหักเหทางเดินของแสง
กระจกเงาราย ปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉาก	145. ปริซึมรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก หรือกระจกเงารายในกล้องโทรทรรศน์จะทำหน้าที่.....
สะท้อนแสง เพื่อ เปลี่ยนทิศทาง	146. กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ 1) ... ทำให้เกิดภาพจากวัตถุ 2) ... ทำให้ภาพขยายใหญ่ขึ้น 3) หรือ.....ทำให้แสงสะท้อนเปลี่ยนทิศทาง
ออฟเจกทีฟ อวยพิช ปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉาก	146. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาจะตกที่ระยะใกล้กว่าความยาวโฟกัสของเลนส์อวยพิช ภาพสุดท้ายที่เราเห็นจึงเป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดขยาย ดังนั้นเมื่อเราส่องกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงภาพสุดท้ายที่เราเห็นจะเป็น.....

ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดขยาย	147. กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง และชนิดสะท้อนแสงต่างกันคือ - กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงมี..... เป็นออฟเจกทีฟทำให้ เกิดภาพ ส่วนกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงมี..... ทำหน้าที่แทนออฟเจกทีฟ
เลนส์ กระจกเงา	148. กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงและชนิดสะท้อนแสงจะมี..... เป็นอายุเพิ่ม ทำหน้าที่เป็นแว่นขยายเหมือนกัน
เลนส์	149. การที่กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงใช้ภาพ หัวตั้งปริซึม หรือกระจก เงารวมสะท้อน เปลี่ยนทิศทางของแสง ทำให้ภาพจากกรวยแก้ว เป็นภาพหัวตั้งเหมือนวัตถุ ดังนั้นกระจกเงาหรือปริซึมยังทำหน้าที่ กลับภาพให้เป็น..... เพื่อวัตถุอีกด้วย
หัวตั้ง	150. เราจะมอง เห็นภาพวากล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง เป็นภาพเสมือน หัวกลับขนาดขยาย แต่ในกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงจะเป็น..
ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดขยาย	151. ในกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กลับภาพให้เป็น หัวตั้งคือ.....
ปริซึม หรือกระจกเงา	152. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ขยายภาพคือ..... อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดภาพจากวัตถุคือ.....
อายุเพิ่ม กระจกเงา	153. จากภาพของกล้องโทรทรรศน์  A คือ B คือ.....

สิ่งควรรวม

ชนิดหักเหแสง
ชนิดสะท้อนแสง

กล้องโทรทรรศน์หักเหแสงที่ใหญ่ที่สุดในโลก เลนส์ออฟเจกต์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 นิ้ว อยู่ที่หอดูดาว เบอร์ก มลรัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา
กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงที่ใหญ่ที่สุดในโลก กราวกเวามีเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 นิ้ว อยู่ที่หอดูดาวเขาพาโลมาร์ มลรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา

แบบฝึกหัด

1. แวนขยายเข้าควม.....
2. แวนยอส่วนเข้าควม.....
3. ภาพที่เรามองเห็นว่าแวนขยายจะเป็น.....ขนาดขยาย
4. ภาพที่เรามองเห็นว่าแวนยอส่วนจะเป็น.....ขนาดเล็กกว่าวัตถุ
5. กล้องจุลทรรศน์ คือ.....
6. กล้องจุลทรรศน์จะมี.....2 อัน มาขยายภาพ
7. เลนส์ที่อยู่ใกล้ตาเรียกว่า.....เป็นเลนส์ไม่มี.....
เลนส์ที่อยู่ไกลตาเรียกว่า.....เป็นเลนส์ที่มี.....
8. กำลังขยายของแว่นขยายกำหนดได้จากสูตร.....
9. กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์กำหนดได้จากสูตร.....
.....
10. กล้องโทรทรรศน์มีข้อเสียอีกอย่างหนึ่งว่า.....
11. กล้องโทรทรรศน์แบบออกเมีน (2 ประเภทคือ 1).....
.....2).....
12. กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงที่เรากล่าวถึงเหมือนวัตถุที่เรากล่าว.....
.....
13. ในกล้องสองตาจะมี.....ทำหน้าที่ขยายระยะทางเห็นของ
แสง ผลักจับภาพให้เป็น.....เห็นอีกวัตถุ

✓	<u>นัยน์ตา</u> 1. <u>นัยน์ตา</u> เป็นอวัยวะช่วยให้เรามองเห็นสิ่งต่างๆ ได้ การที่เรามองเห็นสิ่งต่างๆ ได้เพราะเรา.....
✓	2. นัยน์ตาเป็นอวัยวะที่ไปตามธรรมชาติ คำนวณการเคลื่อนไหวให้เรามองเห็นสิ่งต่างๆ ได้ คือ.....
✓	3. ผู้ที่ถามออกหว่าเราพิจารณา ไม่มีโอกาสให้เห็นสิ่งต่างๆ หรือเห็นไหม จัก ดังนั้นเราจึงต้องรู้จักรักษา.....ของเราไว้ให้ดี
✓	4. นัยน์ตาเป็นอวัยวะที่สำคัญมากอย่างหนึ่งของเรา เพราะนัยน์ตาทำให้เรา.....
✓	5. นัยน์ตาที่ลักษณะเป็นลูกทรายขาว ขาวๆ โกงขาว ขาวๆ กระจกใสๆ สีชมพูๆ เรียกว่า <u>กระจกตา</u> ส่วนที่เรียกว่า <u>เลนส์</u>.....
✓	6. นัยน์ตาที่.....เป็น.....อยู่ภายใน.....
✓	7. นัยน์ตาที่.....เป็น.....อยู่ภายใน.....
✓	8. ถ้ายับเนื้อที่.....ที่.....จะ.....

กลอนชัยเตาไ

9. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 10. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 11. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...

ภาษา

10. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 11. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 12. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...

เปลี่ยนภาษา

11. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 12. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 13. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...

เปลี่ยนภาษา

12. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 13. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 14. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...

เปลี่ยนภาษา

13. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 14. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 15. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...

หรือเรตติ้ง

หากมีภาพ

14. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 15. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 16. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...

15. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 16. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...
 17. วิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่...

การควบคุมการใช้
สิ่งของ, ปลอดภัย
กลาง, ปลอดภัย
หรือ, วิชา

17. กระดาษ ปิดผนึก โดย นาย.....

18. อรรถกถา หรือ กอปรเป็นไปจริงใน
 นั้นบ้างโดยนัยทาง

กระฉอกน้ำ

หุคคาว ก็ให้เขาไปเรียนนอกบ้าน แล้วลองสั่ง เกตุแก้วไปทำของเล่นๆ ก็เรียนมาเอง
ก็สอนไปตลอดมา ใครจะไปไหนมาบ้าง สั่ง เกตุแก้วให้ทำ ของเล่นไปเรื่อยตลอด

๑๐. ความประพฤติของนักการศึกษาไทยเห็นได้ชัด (จากใจจริง) (วิริยะ)

1)

2)

3).....

$$L_i) \dots L_{i+1} \dots$$

การทำให้เกษตรกร สามารถเลือกใช้น้ำประปาได้อย่างสะดวก

1) גאגראפיע

2) តើ វា ប្រើ កម្មវិធី អ្វី ដែរ ?

3) ការបំប្លែងរូបធាតុម៉ាតេរីយ៉ាឡិក ទៅជាថាមពល

4) ตัวบ่งชี้เชิงคุณภาพการดำเนินงาน

๑๒. ในกรณีนี้ให้ถือว่า

	20. ส่วนที่เป็นวงกลมสีน้ำตาลกลางเรียกว่า <u>ตาดำ</u> (Pupil) ซึ่งความจริงเป็นรูกลบในวงแหวนสีน้ำตาล เป็นช่องสำหรับให้แสงผ่านเข้าไปภายในลูกตา แสงที่ผ่านกระจกตาเข้ามาจะผ่านของ.....เข้าไปในลูกตา
ตาดำ	21. แสงที่ผ่านเข้าไปภายในลูกตาทางตาดำ จะไปสะท้อนกับออกมาโดยเราจึงเห็นเป็นสีดำ การที่เรามองเห็นรูกลบในวงแหวนสีน้ำตาลเมื่อสีตาเพราะ.....
แสงที่สะท้อนกลับ	22. ส่วนที่เป็นวงกลมสีน้ำตาลในวงแหวนสีน้ำตาล คือ.....
ม่านตา หรือ ไรรัศ	23. ส่วนที่อยู่ของเส้นเป็นวงแหวนสีน้ำตาลเรียกว่า ม่านตา หรือ ไรรัศ (Iris) สีของม่านตาหรือไรรัศ คือ.....
ส่วนที่เป็นวงแหวนสีน้ำตาล	24. เส้นที่ลากจากเส้นเป็นวงแหวนสีน้ำตาลเรียกว่า.....
ม่านตา หรือ ไรรัศ	25. ม่านตาหรือไรรัศอาจเห็นเป็นเส้นเป็น เวบ สีฟ้า สีดำ สีน้ำตาล ซึ่งเป็นส่วนของม่านตาขาวที่ดำคล้ำ ดังนั้นส่วนที่เรามองเห็นเป็นสีต่างๆ เวบ สีดำ สีน้ำตาล สีฟ้า ของลูกตาก็คือ.....นั่นเอง และส่วนที่เป็นวงกลมสีน้ำตาลก็คือ.....
ม่านตา หรือ ไรรัศ	26. ตาดำอาจจะกว้าง หรือแคบได้ ขึ้นอยู่กับการเปิดปิดของม่านตา ในที่สว่างม่านตาจะปิดให้แสงตกต่ำเล็กน้อย และในที่ที่ม่านตาจะเปิดให้แสงตกต่ำสูงขึ้น แสงสว่างมาก ตาดำเล็กน้อยแสงสว่างน้อย ตาดำเปิด.....แต่ถ้าม่านตาขยายกว้างออกแสดงว่า ม่านตาเปิด....

ตาม ภาพ	27. เปรียบเทียบภาพกว้างภาพใกล้ ขึ้นและ เมื่องาน การใกล้..... ..การใกล้จะใกล้ลง
ภาพใกล้	28. การถ่ายภาพหรือฉายด้วยวิธี การใกล้เปิดของ.....
ภาพตาม	29. ส่วนที่ด้านหน้าที่มีใกล้ภาพใกล้ใหญ่ขึ้น ใกล้เล็กน้อย คือ.....
ภาพตาม	30. ภาพภาพ หรือวิธีอื่นใด..... เพื่อให้เห็นแสงเข้า สู่ลูกตาได้ มากหรือลดความต้องการ
เปิดเปิดภาพ ตามใกล้	31. ในที่ที่ภาพตามจะ เปิดกว้าง และในที่ที่ภาพตามจะ เล็กลง เรา ใช้ การวางกล้องใกล้กับภาพตามเปิดภาพตามมากและภาพตามจะ ใกล้หรือเปิดกว้าง เพื่อให้เห็นแสงเข้าสู่ลูกตาได้มาก เพราะ การที่แสงเข้าสู่ ลูกตาได้พอเหมาะ คือด้วยกับ.....ของภาพตาม
การเปิดเปิด	32. แสงจะเข้าสู่กับภาพตามของภาพ (Pupil) ได้มากหรือช่วยตาม การตามเพราะ.....ในแง่ของการเปิดเปิดภาพ.....
ภาพตามเปิดใกล้	33. ภาพตามเปิดใกล้.....
เปิดเปิดภาพ ตามใกล้	34. เมื่อ ถ้าหากว่าแสงไม่เข้า หรือแสงเข้า ซึ่งเป็นสาร ที่มีสีเข้มและไม่โปร่งใส ถึงขั้นของสีเข้มของ ภาพตามภาพที่

เลนส์นูนหรือ "กลา" ☒	35. เลนส์นูนที่มีผิวโค้งป่อง ทั้งสองข้าง มีส่วนกว้างมากกว่าขอบ จึงมีเลนส์นูนได้.....
เลนส์นูน ☒	36. เมื่อมีแสงมาเข้าในการรวมแสง ถึงแม้ เลนส์นูนจะหักเห..... หากวัตถุเกิดเป็นภาพของวัตถุที่เรตินา
รวมแสง ☒	37. เลนส์นูนทำให้แสง.....จึงมีคุณสมบัติในการ.....
นูน รวมแสง	38. ระวัง เลนส์นูน <u>กล้ามเนื้อตา</u> (Ciliary Muscle) ช่วยไว้โดยรวม เพื่อคลายเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อตาซึ่งได้เลนส์นูนตาของออก และหนาขึ้น และเพื่อคลายเนื้อเยื่อตาของเลนส์นูนตาจะช่วยให้เขาและ บางครั้ง การหดตัวของกล้ามเนื้อตาขึ้นอยู่กับความถี่หรือหย่อน ของ.....
กล้ามเนื้อตา ☒	39. จากการทำให้เลนส์นูนตาเปลี่ยนมองวัตถุ
กล้ามเนื้อตา	40. ระวัง เลนส์นูนตา.....ไว้
กล้ามเนื้อตา ☒	41. เมื่อกล้ามเนื้อตาถึงได้เลนส์นูนตาจะออก เลนส์นูนตาจะหนาขึ้น และเพื่อคลายเนื้อเยื่อตาของเลนส์นูนตา "เพ้น" เขา"จะบางลง การบางลงหรือการหดของ เลนส์นูนตาขึ้นอยู่กับ..... ของกล้ามเนื้อตา
ความถี่ หรือหย่อน	42. ระวังว่า เลนส์นูนตาที่มีความยาวโฟกัส..... และเลนส์ นูนตาที่มีความยาวโฟกัสยาว ถึงแม้ เลนส์นูนตาจะหักเห..... และ เลนส์นูนตาจะ.....

✓

✓

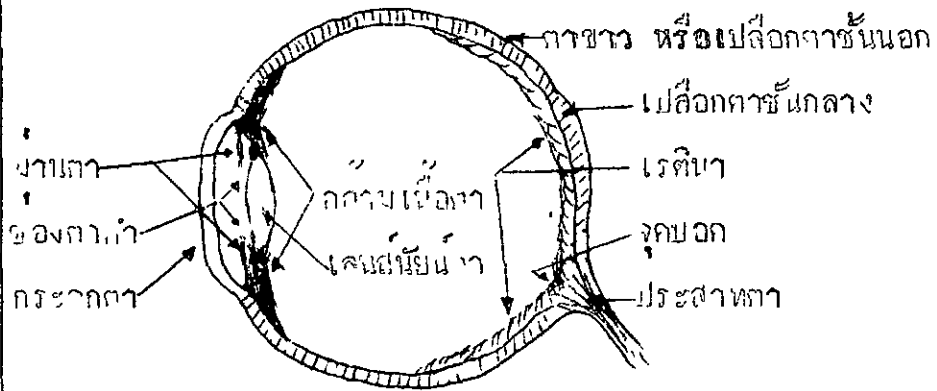
7/17/22 ✓

✓

4๐. กองกำลัง ไม่พบผู้ร้ายตัวใด ๆ เรายิงชาวไทดำเสีย ๑ คน วางกับ เชนด์
โยธินดา เพราะ เชนด์ โยนปืนมาถนัด.....ได้

เก้งมากรักสัตว์คนรู้ใจ... เจ็ดบาตรได้ไป

ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของนัยน์ตา



50. ส่วนประกอบของนัยน์ตาที่ช่วยให้เกิดภาพของวัตถุที่เรตินา คือ.....
.....

เลนส์นัยน์ตา

51. ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นฉากรับภาพของวัตถุที่เกิดจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์นัยน์ตา คือ.....

เรตินา

52. ส่วนที่ทำหน้าที่เปิดเปิดรับแสงจากวัตถุเข้าสู่นัยน์ตาตามต้องการ คือ.....

ม่านตาหรือไอรี้ส

53. ส่วนที่ทำให้อาณาเขตของเลนส์นัยน์ตาเปลี่ยน คือ.....

กล้ามเนื้อตา

54. เนื่องจากเลนส์นัยน์ตาสามารถปรับความยาวโฟกัสได้ จากของวัตถุที่เกิดจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์นัยน์ตา จะถูกบังคับให้ไม่ปรากฏที่เรตินาพอดี เรตินาทำหน้าที่เป็น.....
แล้วรายงานความรู้ที่ได้ในการเห็นผ่านประสาทตาไปยังสมอง

ฉากวิปภาพ	55. การตีภาพของวัตถุที่เกิดจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูนตัวไปปรากฏที่เรตินาพอดีเมื่อเวลา.....
เลนส์นูนตัวภาพ ปรับความยาวโฟกัสได้	56. เมื่อเรามองวัตถุภาพ ของวัตถุจะไปปรากฏที่..... เนื่องจาก เลนส์นูนตัวสามารถ.....
เรตินาพอดี ปรับความยาวโฟกัสได้	57. ภาพที่เรตินารับได้จะตกอยู่ที่เรตินาเป็นเวลาประมาณ 1/16 วินาที จึงจะวางหายไม่ ดังนั้นถ้ามีภาพมาติดอยู่ที่เรตินาติดต่อกันเรื่อยๆ ขณะแสงภาพทางกันใบเกิน 1/16 วินาที เราจะไม่เรารู้สึกเหมือนว่ามีภาพนั้นเคลื่อนไ้ติดต่อกันไป เอนในการฉายภาพยนตร์ ฉากภาพ เกิดที่เรตินาติดต่อกัน และแต่ละภาพทางกันใบเกิน 1/16 วินาที เราจะไม่เรารู้สึกเหมือนกับภาพนั้น.....
เคลื่อนไหวได้	58. เราจะรู้สึกว่าภาพที่เกิดขึ้นเป็นการเคลื่อนไหวได้ ถ้าจำนวนเกิดติดต่อกันระหว่างกันใบเกิน.....วินาที
1/16	59. ในการฉายภาพยนตร์ภาพที่ปรากฏบนจอทางกันใบเกิน.....วินาที เราจึงเห็นเป็นฉากเคลื่อนไหว
1/16	60. ถ้าเรารู้จะเห็นภาพที่เคลื่อนไหวกันหมด ที่จุดเหลือง (Yellow Spot) เป็นจุดที่ว่างแสงที่สุด หรือเป็นจุดที่รับความรู้สึกในการเห็นที่จุดจุดที่ว่างที่สุด หรือรับภาพที่จุดที่จุดของเรตินา คือ.....
จุดเหลือง	61. เมื่อภาพมาตกที่.....บนเรตินาเรารู้สึกในการเห็นจะ.....ที่สุด

จุดเหลือง	62. จุดที่อยู่ตรงกลางของกลมประสาทาคือกับกระบอกตา เรียกว่า <u>จุดบอด</u> (Blind Spot) ถ้าภาพที่ปรากฏบนเรตินามาตกตรงจุดนี้พอดี เราจะมองไม่เห็น จุดที่ภาพปรากฏแต่เรามองไม่เห็น เรียกว่า.....
จุดบอด	63. ถ้าภาพที่ปรากฏบนเรตินามาตกตรงจุด.....พอดี เราจะมองไม่เห็น
จุดบอด	64. ถ้า.....ภาพที่ปรากฏบนเรตินามาตกตรงจุด.....พอดี เราจะ.....
มองไม่เห็น	65. ถ้าเราลองนำวัตถุ "สองจากวัตถุ" มาแตะกับตาข้างซ้าย แล้วเราจะเห็นแสงสว่าง เกิดภาพที่เรตินา ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็น <u>ภาพจริงหัวกลับ</u> หมายความว่า เราจะรายงานไปยังสมอง สมองจะแปลภาพจากที่ประสาทตาได้รับ เป็น <u>ภาพที่หัวตั้ง</u> นั่นคือถ้าเรามองดูวัตถุทางตรงวัตถุที่ปรากฏบนเรตินาจะเป็น....."ที่เราจะมองไม่เห็น..... เพราะสมองแปลภาพที่ถูกต้องแล้ว
ภาพจริงหัวกลับ หัวตั้ง	66. สมองจะแปลความรู้สึกระหว่างประสาทตาได้รับ เป็นเห็นวัตถุหัวตั้ง แต่ภาพที่ปรากฏบนเรตินา.....
ภาพจริงหัวกลับ	67. ถ้าเราดูวัตถุใดๆ ถ้ามองแล้วตาจะหย่อน เคนส์นิยน์ตาจะพับเข้าหาตัวเอง จอหน้าวามหาไฟก็สของ เคนส์นิยน์ตาจะ.....ขึ้น เพื่อให้ภาพนั้นตกบนเรตินาพอดี

ยาว	68. ถ้าเราลองวัดวัตถุที่อยู่ในกล่อง กล้ามเนื้อตาจะถึงถึงให้เลนส์นัยน์ตาพุ่งออกและหนาขึ้นถึงนั้นการยาวโฟกัสของ เลนส์นัยน์ตาจะ.....ลงเพื่อทำให้ภาพนั้นมาอยู่บนเรตินาพอดี
สั้น	70. เมื่อมองวัตถุที่อยู่ไกลเราจะไปรู้สึกปวดเอื่อยลูกตา เป็นเพราะกล้ามเนื้อตาจะ.....เพื่อทำให้เลนส์นัยน์ตาบางและยาวโฟกัสยาวขึ้น
หย่อน	71. เมื่อมองวัตถุที่อยู่ไกลมากๆ เป็นเวลานานๆ เราจะรู้สึกปวดเอื่อยลูกตาและปวดศีรษะ เป็นเพราะกล้ามเนื้อตาจะ.....เพื่อทำให้เลนส์นัยน์ตาหนาขึ้นและยาวโฟกัสสั้นลง
ถึง	72. การมองวัตถุของภาวะผิดปกติ ถ้าวัตถุเป็นอยู่ในที่ไกลมากเกินไปถึงจะมองไม่เห็นหรือเห็นได้ไม่ชัด เพราะ.....จะทำให้ความยาวโฟกัสของ เลนส์นัยน์ตาเปลี่ยนไปสั้นหรือยาวเกินไปจนมองวัตถุ
กล้ามเนื้อตา	73. เราจะมองเห็นวัตถุให้ชัดเจนเมื่อภาพของวัตถุไปปรากฏที่.....พอดี
เรตินา	74. ถ้าวัตถุนั้นอยู่ในที่ไกลมากการมองเห็นจะพร่ามัว เพราะศูนย์กลางของกล้ามเนื้อตาที่จะปรับ เลนส์นัยน์ตาให้มีค่ายาวโฟกัสพอดีกับอีกภาพวิสัยที่เกิดขึ้น.....เราจึงมองเห็นวัตถุนั้นไม่ชัด

เรตินา 75. ถ้าวัตถุนั้นอยู่ใกล้จากการมองเห็นก็ระบม เพราะแสงมีความสามารถ
ของกลีบตาที่จะปรับ เลนส์นิยน์ทำให้ได้ความยาวโฟกัสพอดีกับอีก
ภาพจึงไม่เกิดที่..... เราจึงมองเห็นวัตถุได้ชัด

เรตินา 76. ถ้าภาพไปปรากฏที่..... เราก็ จะมองไม่เห็นวัตถุได้ชัด

เรตินา 77. ถ้า กระจกปรกติดำอยู่ใกล้กับจอฉาย ถ้าวัตถุอยู่ห่างจากจอฉาย
ประมาณ 25 ซม. หรือ 10 นิ้ว เพราะกลีบตาจะปรับ เลนส์นิยน์ให้
มีแสงไปมา เบื้องหน้าและ เบื้องหลัง เราจึงเห็นวัตถุชัด
.....

25 ซม. หรือ 10 นิ้ว 78. ถ้าวัตถุอยู่ห่างจากตาเกินกว่า.....ออกไป เรา
จะไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ เพราะความเบี่ยงเบนของแสงไปจอจอ
นิยน์ไม่ลงพอดี เราจึงเห็นวัตถุ.....ชัด

79. ถ้าวัตถุอยู่ใกล้จากตาเกินกว่า..... เราจึงเห็นวัตถุ
ไม่ชัด เพราะแสงที่ออกมาจากวัตถุไม่พอดีกับจอจอ
นิยน์ เราจึงเห็นวัตถุ.....ชัด

80. เราสามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่ใกล้ชัด.....

25 , 10

81. คนบางคนมี กระจกปรกติดำ อยู่ใกล้กับจอฉาย ถ้าวัตถุอยู่ใกล้กับจอฉาย
คนที่สามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่ใกล้ได้ชัด เห็นชัด ผู้ที่มี
อาการตาช้ำหรือตาบอดไกล (Long Sight)
นาย ก. มองเห็นวัตถุที่อยู่ใกล้ชัด เพราะ
ถ้าเขาเอาน้ำตาลมาใส่ไว้ จะทำให้ชัด เพราะนาย ก.
.....

สายตายาว

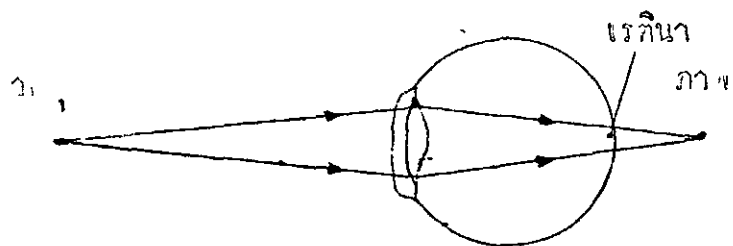
82. ผู้มองเห็นสิ่งที่อยู่ไกลชัด แต่มองเห็นสิ่งที่อยู่ใกล้ไม่ชัด หรือเห็นไม่ชัด
แสดงว่าผู้เห็น.....

83. สายตาวายคือ.....
.....

84. สายตาวายทำให้เกิดภาวะบอดตาสั้นเกินไปหรือกลายเนื้องาชาด
ความ..... ซึ่งผู้ที่มีภาวะบอดตาสั้นเกินไปหรือกลายเนื้องาชาด
ความ..... ปรากฏอาการของ.....ขึ้น

85. สายตาวายเกิดจาก.....ขึ้น.....

86. ภาวะบอดตาสั้นเกินไปเกิดจากภาวะบอดตาสั้นความยืดหยุ่น กล้าม
เนื้อตา..... ไปยาวถึงเส้นเอควีเตอร์ของดวงตา โดยเหตุนี้เมื่อมอง
วัตถุที่อยู่ใกล้ ภาพของวัตถุจะไปปรากฏที่ตำแหน่งหลังเลนส์เรตินา
จึงทำให้มองเห็นวัตถุที่อยู่ใกล้ไม่ชัด (ดังรูป)



ภาพแสดงสายตาวาย

สายตาวายเมื่อมองวัตถุที่อยู่ใกล้ภาพจะไปปรากฏที่.....
.....

ภาวะบอดตาสั้น
กลายเนื้องาชาด
ความยืดหยุ่น

เลขเรตินาจะกลับ

87. เมื่อเลื่อนวัตถุให้ห่างจาก กระจกนูนออกไป ทำให้ระยะวัตถุเพิ่มขึ้น ระยะภาพลดลง ถ้าใครเคยสังเกตเวลาที่เรา ว่างๆ เรตินาเราก็ จะมองเห็นวัตถุที่ใกล้กับวัตถุอยู่รอบๆ (ดังรูป)

วัตถุ ภาพ เรตินา

ระยะวัตถุเพิ่มขึ้น ระยะภาพลดลง

ระยะวัตถุเพิ่มขึ้น ระยะภาพลดลง ระยะวัตถุเพิ่มขึ้น ระยะภาพลดลง

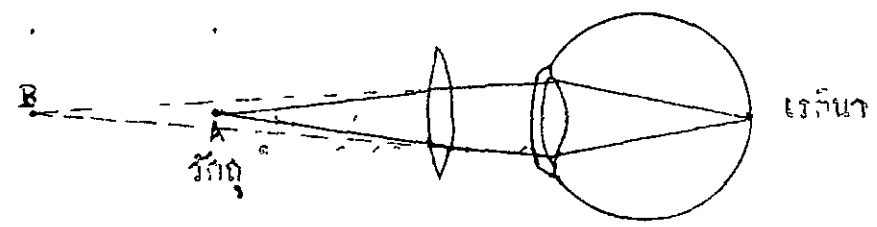
วัตถุที่ใกล้กับวัตถุอยู่รอบๆ (ดังรูป)

ไกล, ใกล้

... สายตาของเราใช้ไกลกว่า... ระยะวัตถุที่ใกล้กว่า... เลนส์นูน เพราะ...
... สายตาของเราใช้ใกล้กว่า... ระยะวัตถุที่ใกล้กว่า... เลนส์นูน เพราะ...
... สายตาของเราใช้ใกล้กว่า... ระยะวัตถุที่ใกล้กว่า... เลนส์นูน เพราะ...

เลนส์นูน

... ถ้า... สายตาของเราใช้ใกล้กว่า... ระยะวัตถุที่ใกล้กว่า... เลนส์นูน เพราะ...
... สายตาของเราใช้ใกล้กว่า... ระยะวัตถุที่ใกล้กว่า... เลนส์นูน เพราะ...
... สายตาของเราใช้ใกล้กว่า... ระยะวัตถุที่ใกล้กว่า... เลนส์นูน เพราะ...



ดังนั้น.....ช่วยแก้สายตาสายตาสั้นได้

เลนส์

90. ภาพที่ปรากฏ.....
.....
.....

จาก ชนิดปกติของ
สายตาที่มองวัตถุใกล้
ใกล้เกินไปของวัตถุใกล้
ไป..... การมองเห็น
ภาพที่ปรากฏ.....

91. สายตามักผิดปกติอย่างหนึ่งที่ไม่สามารถตรงกับสายตากับสายตาวางมือ
มอง เห็นวัตถุที่อยู่ใกล้ๆ ใกล้เคียง แต่เมื่อวัตถุนี้วางห่างไกลเกินกว่า
25 ซม. ออกไปจะมองไม่เห็น หรือเห็นไม่ชัด ผู้ที่มีสายตาผิดปกติ
เช่นนี้เรียกว่า สายตาสั้น (short sight)
การผิดปกติของสายตาที่ตรงข้ามกับสายตาวางมือ.....

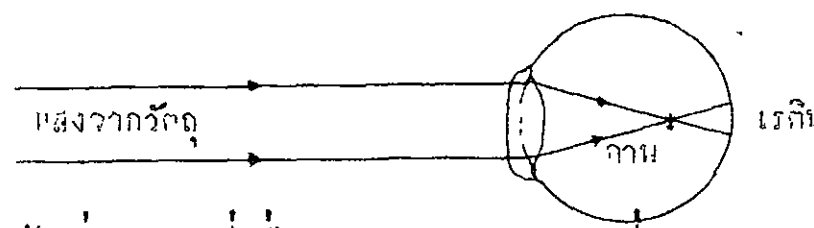
เลนส์

92. จากการที่มองเห็นวัตถุที่อยู่ใกล้ๆ ใกล้เคียง แต่วัตถุที่อยู่นอกไกลออกไปจะ
มองไม่เห็นหรือเห็นไม่ชัด เป็นอาการของ.....

93. สายตาสั้น.....
.....

การผิดปกติของ
สายตาที่มองวัตถุ
ที่อยู่ใกล้เกินไป
วัตถุที่อยู่ไกลไม่ชัด

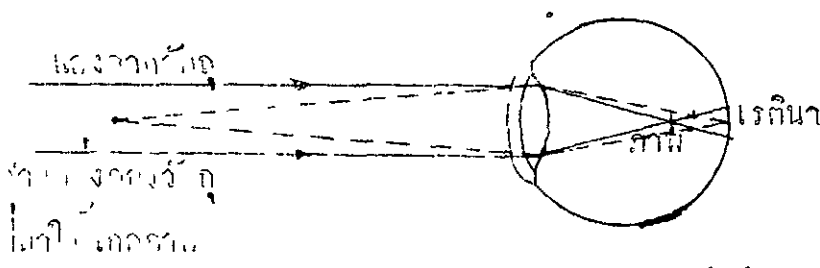
94. สายตาสั้นเกิดจากกระจกนอกยาวเกินไป หรือมีเลนส์ที่มีคานูนมากเกินไป
แนวจากเลนส์ เมื่อความหนาแน่นเกินไปแล้ว ภาพของวัตถุที่อยู่ใกล้จึง เกิดที่
ตำแหน่งไกลกว่าเรตินา จึงทำให้มองเห็นวัตถุที่มองเห็นมองเห็นเมื่อ
วัตถุที่อยู่นอกไกล (ถึงรูป)



สายตาสั้นมองเห็นวัตถุที่อยู่ใกล้ภาพของวัตถุจะปรากฏที่.....
.....

ตำแหน่งใกล้กว่า
เรตินา

๑๕. เมื่อวัตถุที่อยู่ใกล้ตาเข้ามา ระยะวัตถุลดลง ระยะภาพเพิ่มขึ้น
เพื่อให้รวมแสงเหมาะ ภาพก็จะปรากฏบนเรตินาพอดี จึงทำให้มองเห็นวัตถุใกล้ๆ วัตถุที่อยู่ใกล้เข้ามา (ดังรูป)



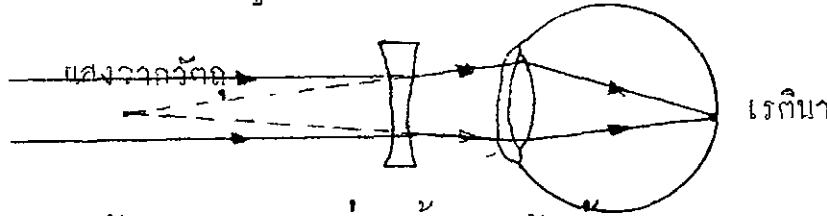
ภาพเรตินาพอดี จึงมีแสงมาส่งสมอง เห็นวัตถุที่อยู่.....ใกล้ๆ
หรือวัตถุที่อยู่.....ของใจไม่ไกลหรือเห็นใกล้

ใกล้ , ใกล้

๑๖. ตามัวที่เกิดจากแสงที่เข้าตาไม่พอ ทำให้เห็นภาพไม่ชัด เพราะแสง
ที่เข้ามามีความเข้มไม่พอ ทำให้เกิดภาพที่ใกล้กว่าเดิม
จึงเห็น จึงแก้ด้วยการใส่แว่น

เลนส์เว้า

๑๗. เมื่อวัตถุที่ห่างไกลเข้ามามีความยาวที่มากขึ้น เพราะระยะภาพ
มองวัตถุใกล้ที่เรตินาพอดี คนที่ใส่เลนส์เว้าจะมองเห็นวัตถุที่อยู่ใกล้
ใกล้กว่า (ดังรูป)

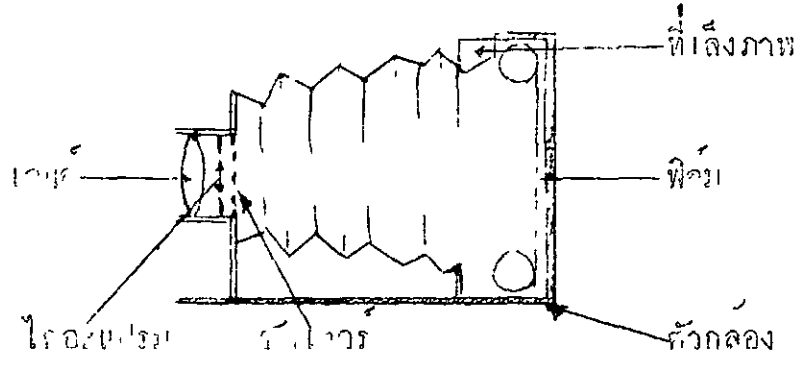


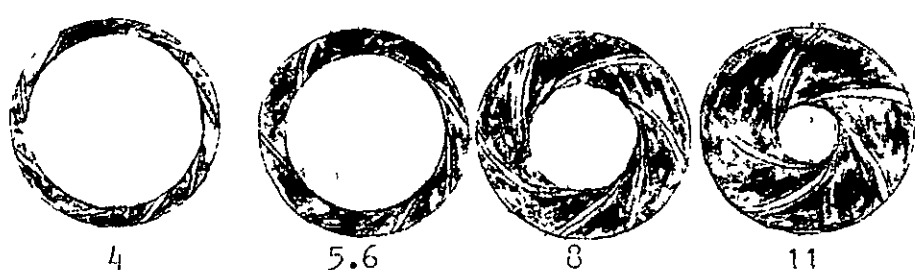
จึงนี้.....ช่วยขยายตาขึ้นได้

เลนส์เว้า

๑๘. สายตาสั้นก็.....
.....
แก้ไขโดยการ.....

ความผิดปกติของส่วน การถ่ายภาพด้วยกล้อง โฟกัสของวัตถุที่อยู่ ไกลวัตถุ , ภาพบน จอที่ถ้าวรเลนส์เวลา	<u>กล้องถ่ายรูป!</u> 99. กล้องถ่ายรูปเป็นทัศนอุปกรณ์สำหรับถ่ายภาพ โดยให้แสงจากวัตถุ หักเหผ่านเลนส์เกิดเป็นภาพจริงไปปรากฏบนฟิล์ม แผ่นฟิล์มจะ ปฏิกิริยาเคมีกับแสงจากภาพ เมื่อผ่านเวลาไป ฟิล์มภาพจะ ก็จะเกิดภาพของวัตถุที่เราถ่ายออกมา เมื่อเราต้องการบันทึกภาพของวัตถุเราต้องใช้ทัศนอุปกรณ์ที่เรียกว่า
กล้องถ่ายรูป	100. กล้องถ่ายรูปมีลักษณะการวางกลายกับกล้องรูเข็ม แต่กล้องรูเข็ม ไม่สามารถบันทึกภาพไว้ได้ กล้องที่สามารถบันทึกภาพไว้ได้คือ...
กล้องถ่ายรูป	101. ส่วนประกอบที่สำคัญของกล้องถ่ายรูปมีดังนี้ 1) ตัวกล้อง 2) ใคอะแดป (diaphragm) 3) เลนส์ (Lens) 4) ฉัตเตอร์ (Shutter) 5) ฟิล์ม (Film) 6) เครื่องเล็งภาพหรือวิวไฟน์เดอร์ (View finder)
	102. ส่วนประกอบต่างๆ ของกล้องจะทำหน้าที่คล้ายกับส่วนประกอบ ที่สำคัญของกล้องใด ยก 1).....2)..... 3).....4)..... 5).....6).....

คำอธิบาย ข้อ 103.	103. โครงสร้างแบบจำลองของวงจรไฟฟ้าของกล้องถ่ายรูปจากภาพ 
	104. กล้องถ่ายรูปอาจมีรูปร่างแตกต่างกันไป แต่ส่วนประกอบที่สำคัญเหมือนกันคือ ประกอบจาก 1).....2).....3)..... 4).....5).....6).....
คำอธิบาย เมื่อเป็น ข้อ 103.	105. <u>ตัวกล้อง</u> เป็นโครงและฐานของกล้องถ่ายรูป มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ข้างซ้ายมีเลนส์ ด้านหน้าที่เป็นช่องมีช่องกับแสงสะท้อนและป้องกันแสงภายนอกไม่ให้เข้าภายใน ซึ่งคล้ายกับเปลือกตาของมนุษย์ ส่วนประกอบของกล้อง คือ ตัวกล้อง กล้องกับ เมล็ดกลุ่อก็คือ.....
ตัวกล้อง	106. ตัวกล้อง ทำหน้าที่เป็น.....เพื่อป้องกันแสงเข้า และแสงไม่เข้า การเข้าไม่มากใน
ห้องมืด	107. ตัวกล้องทำหน้าที่คล้ายกับ.....ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ

แปลตลก	108. <u>โลจะบะหม</u> เป็นที่สำหรับ<u>ห่อหุ้มรูรับแสง</u>ไว้เพื่อ<u>หรือเลือก</u>ความยาวของการรับแสง โดยที่รูรับแสงมีรูปร่างเป็นวงรี จากแสงของแสงที่เข้ารูรับแสงจะเกิดเป็นภาพที่คมชัดขึ้น เมื่อใช้ของยาวเข้าไปด้วยความของการรับแสงที่คมชัดขึ้น รูรับแสงของกล้องถ่ายภาพที่มีรูรับแสงที่เล็กกว่ารูรับแสงที่มีรูรับแสงที่ใหญ่กว่าจะรับแสงได้น้อยกว่า
โลจะบะหม	109. โลจะบะหมจะมีลักษณะคล้ายกับที่ดัดออกมา การที่จะทำให้รูรับแสงเล็กหรือใหญ่ตามความต้องการ จะกำหนดไว้เป็นตัวเลขที่ปรากฏลงบน 4 5.6 8 11 เป็นต้น โปรดดูลักษณะของรูรับแสงข้างล่าง  ที่เรียกว่าโลจะบะหมเมื่อรูรับแสงมีค่ามากในขนาดของรูรับแสงจะ.....
เลือก	110. โลจะบะหมทำหน้าที่..... ไว้เลือกหรือเลือกความยาวของการรับแสงที่คมชัดขึ้น
เลือก	111. <u>ชัตเตอร์</u> คือที่สำหรับ<u>เปิดเปิดน้ำกลิ้ง</u>ในของถ่ายภาพรับแสงไปชั่วขณะหนึ่ง โดยที่รูรับแสงจะเปิดอยู่ตลอดเวลาและจะเปิดเฉพาะชั่วขณะหนึ่ง เมื่อถ่ายภาพตามเวลาที่ต้องการ เช่น 1/25 1/60 1/125 วินาทีเป็นต้น

[illegible]

ทางยาวใกล้	118. ถ้าเราหันหน้าไปทางซ้ายมือของเรา ตั้งของกล้อง เพื่อถ่ายภาพปรากฏการณ์ ดาวเคราะห์น้อยในวงโคจรของดาวพฤหัสบดี เมื่อนำฟิล์มไปล้างจะ เกิดเป็นภาพดวงวัตถุ ดาวเคราะห์น้อยในลักษณะใด.																					
โถก	119. ดาวเคราะห์น้อยในแถบไคเปอร์.... .. ดังนั้นเพื่อถ่ายภาพรูปร่างของดาวเคราะห์น้อย.....ของวัตถุ																					
การถ่ายภาพ	120. ถ้าเราถ่ายภาพ เป็นกรวยรูปวงรีโดยหันกล้องของกล้องให้ถ่ายได้ วัตถุที่อยู่หน้าของกล้อง วัตถุที่อยู่ด้านหลังไปยังวัตถุที่ต่างจากภาพ เมื่อมองภาพประกอบ เพื่อมองการถ่ายภาพเราจะมองเห็น... ..																					
การถ่ายภาพ	121. ภาพที่ปรากฏในภาพนี้คือ ดาวเคราะห์น้อยที่มองเห็นจาก.....ของกล้องถ่ายภาพ																					
การถ่ายภาพ	122. นัยน์ตาและกล้องถ่ายภาพให้มองเห็นภาพ																					
	<table border="1"> <tr> <th>ลักษณะภาพ</th><th>วัตถุ</th><th>กล้องถ่ายภาพ</th></tr> <tr> <td>1. ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td></tr> <tr> <td>2. ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td></tr> <tr> <td>3. ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td></tr> <tr> <td>4. ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td></tr> <tr> <td>5. ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td></tr> <tr> <td>6. ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td><td>ดาวเคราะห์น้อย</td></tr> </table>	ลักษณะภาพ	วัตถุ	กล้องถ่ายภาพ	1. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	2. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	3. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	4. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	5. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	6. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย
ลักษณะภาพ	วัตถุ	กล้องถ่ายภาพ																				
1. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย																				
2. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย																				
3. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย																				
4. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย																				
5. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย																				
6. ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย	ดาวเคราะห์น้อย																				

123. ขั้วหลอดจะเกิดแสงตามรูปหลอดทางซ้ายคือ
 1. แก้วที่มี รังสีอินฟราเรดขาวโกลนได้ แก้วหลอดของหลอด
 ขั้วหลอดที่มีหลอดไฟโกลนได้
 2. การเกิดแสงโกลนกับหลอดหลอดหลอดจะรับภาพใด
 ภาชนะที่ตาย

124. ขั้วหลอดจะเกิดแสงเกิดที่เรตินาได้โดยการปรับความยาวโฟ
 กัสของเลนส์ที่หลอด ขั้วหลอดรูปที่มีภาพเกิดบนเรตินาได้ด้วยการ
 ปรับระยะ.....ให้พอดี

ภาพ

125. ขั้วหลอดจะเกิดแสงเกิดที่เรตินาได้โดยการปรับความยาวโฟ กัสนี้หลอด	
ชนิดหลอด	หลอดขั้วหลอด

ขั้วหลอดเกิดแสงเกิดที่เรตินาได้

เรื่องขั้วหลอดเกิดแสงเกิดที่เรตินาได้

หวังว่าขั้วหลอดเกิดแสงเกิดที่เรตินาได้จะช่วยให้เราเข้าใจเรื่องขั้วหลอดเกิดแสงเกิดที่เรตินาได้

ភាគដេញ 3

ឈ្មោះ គុណ ឈ

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้ทั้งหมด 60 ข้อ และให้ทำในเวลา 1 ชั่วโมง
2. คำถามแต่ละข้อจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
ทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย นักเรียนจะคงนึกภาพเหตุผลก่อนที่จะตัดสินใจตอบ
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวจาก ก ข ก หรือ ง
ที่ให้ไว้ เมื่อเลือกคำตอบข้อใดให้ไปเขียนเครื่องหมาย X
ลงใน () ในตรงกับ ก ข ก หรือ ง ในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

กระดาษคำตอบ

0. นักเรียนกำลังทำแบบทดสอบ

วิชาอะไร ?

ก. ภาษาอังกฤษ

ข. ภาษาไทย

ก. วิทยาศาสตร์

ง. คณิตศาสตร์

ก ข ก ง
0. () () (X) ()

จากตัวอย่างข้อ ก ถูก จึงเขียนเครื่องหมาย X ลงใน () ตรงกับ ค

ในกระดาษคำตอบ

4. นักเรียนจะคงไม่ลืมว่าเขียนเครื่องหมาย X เพียงข้อละอัน เท่านั้น
ดังนั้น เมื่อต้องการ เปลี่ยนคำตอบจึงต้อง ขีดฆ่า เครื่องหมาย เดิมก่อน

1. เราไม่สามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่
สิ่งอื่นบังอยู่ เพราะเหตุใด ?

- ก. แสงสะท้อนไป
- ข. แสงหักเหไป
- ค. แสงเดินทาง เป็นเส้นตรง
- ง. แสงถูกดูดกลืน

2. ทัศนอุปกรณ์คืออะไร ?

- ก. เครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้น เพื่อช่วยใน
การมองเห็น
- ข. เครื่องมือที่ใช้ส่องดูวัตถุที่อยู่ไกล
ให้เห็นเหมือนอยู่ใกล้
- ค. เครื่องมือที่ใช้ส่องดูวัตถุเล็กให้
เห็นใหญ่ขึ้น
- ง. เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับนิทรรศการ

3. เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางสองชนิด
ขึ้นไป แสงของแสงจะเป็นอย่างไร ?

- ก. เป็นเส้นตรง
- ข. เกิดการสะท้อน
- ค. แสงไปจากแนวเดิม
- ง. หักเหตุนั่น

4. แสงจะเกิดการหักเหเมื่อใด ?

- ก. เมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่มีความ
หนาแน่นต่างกัน
- ข. เมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่มีความ
หนาแน่นเท่ากัน

ก. เมื่อผ่านตัวกลางชนิดใดชนิดหนึ่งเพียง
ชนิดเดียว

ง. เมื่อแสงเดินทางเข้าไปในอากาศ

5. ในแว่นการหักเหของแสงมีจุดหักเหคือ
มุมระหว่างรังสีตกกระทบกับอะไร ?

- ก. รังสีตกกระทบ
- ข. รังสีสะท้อน
- ค. แนวระดับ
- ง. แนวปรกติ

6. รังสีหักเหเป็นปรกติ และรังสีสะท้อน
จะอยู่ในระนาบเดียวกันคือข้อใด ?

- ก. กฎการสะท้อนแสง
- ข. กฎการหักเหของแสง
- ค. กฎการกระจายแสง
- ง. กฎการรวมแสง

7. เราเองเห็นกับคนอื่นกันว่าที่เป็นจริง
เพราะเหตุใด ?

- ก. การหักเหของแสง
- ข. การสะท้อนของแสง
- ค. แสงเดินทาง เป็นเส้นตรง
- ง. ภาพที่เห็น เป็นภาพเสมือน

8. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ เป็นภาพ
ชนิดใด ?

- ก. ภาพจริงหัวกลับ
- ข. ภาพจริงหัวตั้ง

- ค. ภาพเสมือนหัวตั้ง
 ง. ภาพเสมือนหัวกลับ
9. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ เกิด
 เพราะเหตุใด ?
 ก. แสงจากวัตถุหักเหไปตกกันจริง
 ข. แสงจากวัตถุหักเหเสมือนไปตกกัน
 ค. แสงจากวัตถุสะท้อนไปตกกันจริง
 ง. แสงจากวัตถุสะท้อนเสมือนไปตกกัน
10. ภาพที่มองเห็นในกระจกเงาราบจะ
 กลับซ้ายเป็นขวา เรื่องเรียกว่าอะไร
 ก. பிராஜ
 ข. การระเอนกลับหมด
 ก. ปรัทวภาควิไลย
 ง. ๘ เปกตรับ
11. ภาพที่เกิดในกระจกเงาราบมีลักษณะ
 เป็นไขว้กบปิก นอกจากข้อใด?
 ก. ภาพเสมือนหัวตั้งหลังกระจก
 ข. ภาพที่เกิดกลับซ้ายเป็นขวา
 ค. ขนาดภาพเท่าขนาดวัตถุ
 ง. ภาพจริงหัวตั้งหลังกระจก
12. เครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยอาศัยกฎเกณฑ์
 เกี่ยวกับ เรื่องของกล้องถ่ายภาพ
 ก. กล้องถ่ายภาพ
 ข. เครื่องฉายภาพ
 ค. กล้องจุลทรรศน์

- ง. ชิ้นอุปกรณ์
 13. กล้องอะไรที่ช่วยในการก่อสร้างลด
 ลายแบบแปลนต่างๆ ได้?
 ก. กล้องวัดระยะ
 ข. กล้องปริทรรศน์
 ก. กล้องจุลทรรศน์
 ง. กล้องถ่ายภาพ
14. กล้องสลับฉายทำจากอะไร?
 ก. กระจกเงา 3 อัน
 ข. กระจกนูน 3 อัน
 ก. กระจกบาน 3 อัน
 ง. ปริซึมรูปสามเหลี่ยม
15. ชิ้นอุปกรณ์ชนิดใดที่สร้างขึ้นโดยอาศัย
 หลักการเกิดภาพเมื่อกระจกเงาทำมุมกัน
 ก. กล้องปริทรรศน์
 ข. กล้องวัดระยะ
 ก. กล้องจุลทรรศน์
 ง. กล้องถ่ายภาพ
16. กระจกเงาราบสองบานทำมุมกัน 60°
 จะเกิดภาพกี่ภาพ
 ก. 5 ภาพ
 ข. 7 ภาพ
 ค. 9 ภาพ
 ง. 11 ภาพ

17. ต้องการให้เกิดภาพ 7 ภาพ บน
ระหว่างกระจกสะท้อนกางเงาไร?

- ก. 30°
- ข. 45°
- ค. 60°
- ง. 90°

18. มุมระหว่างกระจกในกล้องสลับลาย
กางก้องเงา?

- ก. 30°
- ข. 45°
- ค. 60°
- ง. 90°

19. กล้องที่มองเห็นในเรื่องกำหนดกับ
กล้องปริทรรศน์อย่างไร?

- ก. ใช้เลนส์รวมขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น
- ข. มีภาพเหมือนในกรอบตัว
- ค. ใช้อุปกรณ์ช่วยในการขยายและดู
- ง. ใช้กระจกเงาหรือปริซึมสะท้อนแสง

20. เลนส์นูนมีลักษณะอย่างไร?

- ก. มีความหนาตรงกลางน้อยกว่าขอบ
- ข. มีความหนาตรงกลางมากกว่าขอบ
- ค. มีผิวโค้งทั้งสองข้าง
- ง. มีผิวเรียบและขอบหนาเท่ากัน

21. ข้อใดเป็นลักษณะของภาพจริง?

- ก. เป็นภาพที่จับได้โดยมือจากวัตถุ

ข. เป็นภาพหัวตั้งเหมือนวัตถุ

ค. ขนาดภาพเท่าขนาดวัตถุ

ง. เกิดจากรังสีแสงพบกันหรือตัดกันจริง

22. ภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์นูนหรือเลนส์
เว้าเกิดจากอะไร?

- ก. การหักเหของแสง
- ข. การรวมตัวของแสง
- ค. เกิดจากวัตถุ
- ง. เกิดจากวัตถุ

23. จักรยานของเลนส์ภาพถึงข้อใด?

- ก. จุดที่แสงหักเหผ่านเลนส์ไปรวมกัน
- ข. เส้นที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง
ของเลนส์

ค. ระยะจากจุดโฟกัสถึงจุดกึ่งกลางเลนส์

ง. จุดแบ่งครึ่งความหนาของเลนส์

24. เส้นที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง
ของเลนส์และจุดศูนย์กลางเรียกว่าอะไร?

- ก. เลนส์ปกติ
- ข. เลนส์นูน
- ค. เลนส์เว้า
- ง. เลนส์นูน

25. วัตถุใกล้ของเลนส์เว้าเป็นจุดโฟกัสชนิดใด?

- ก. จุดโฟกัสหลัก
- ข. จุดโฟกัสจริง
- ค. จุดโฟกัสเสมือน

- ง. จุกโฟกัสกระจายแสง
26. ความยาวโฟกัสของเลนส์
 ก. จากจุกโฟกัสถึงผิวเลนส์
 ข. จากจุกโฟกัสถึงจุดศูนย์กลางความโค้ง
 ก. จากจุกโฟกัสถึงจุดศูนย์กลาง
 ง. จากจุดศูนย์กลางถึงจุดศูนย์กลางความโค้ง
27. ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนมักเป็นภาพจริงหัวกลับ ยกเว้นกรณีใดที่ภาพเสมือน
 ก. วางวัตถุห่างจากเลนส์เกิน $2f$
 ข. วางวัตถุห่างจากเลนส์ระหว่าง f กับ $2f$
 ค. วางวัตถุไว้ระหว่าง f กับ $2f$
 ง. วางวัตถุห่างจากเลนส์น้อยกว่า f
28. ภาพเสมือนหัวตั้งที่เกิดจากเลนส์นูนมีขนาดเท่าใด
 ก. ใหญ่กว่าวัตถุ
 ข. เล็กกว่าวัตถุ
 ค. เท่ากับวัตถุ
 ง. บอกไม่ได้แน่นอน
29. เราจะหาขนาดของภาพได้จากสูตรใด
 ก. $\frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}} = \frac{\text{ระยะภาพ}}{\text{ระยะวัตถุ}}$
 ข. $\frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}} = \frac{\text{ระยะวัตถุ}}{\text{ระยะภาพ}}$
 ก. $\frac{\text{ขนาดวัตถุ}}{\text{ขนาดภาพ}} = \frac{\text{ระยะภาพ}}{\text{ระยะวัตถุ}}$
 ง. $\frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ระยะภาพ}} = \frac{\text{ระยะวัตถุ}}{\text{ขนาดวัตถุ}}$
30. เราหากำลังขยายของเลนส์ได้จากสูตรใด
 ก. $\frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}}$
 ข. $\frac{\text{ขนาดวัตถุ}}{\text{ขนาดภาพ}}$
 ก. $\frac{\text{ขนาดวัตถุ}}{\text{ระยะวัตถุ}}$
 ง. $\frac{\text{ขนาดวัตถุ}}{\text{ระยะภาพ}}$
31. วัตถุสูง 6 ซม. วางไว้นานเลนส์เว้าห่าง 10 ซม. โคภาพเสมือนห่างจากเลนส์ 5 ซม. ภาพที่ได้นั้นเท่าไร
 ก. 2 ซม.
 ข. 6 ซม.
 ค. 9 ซม.
 ง. 12 ซม.
32. เลนส์นูนหนึ่ง เมื่อเอาวัตถุวางห่างจากเลนส์ 6 ซม. ทำให้เกิดภาพจริงหลังเลนส์ 12 ซม. จงหาความยาวโฟกัสของเลนส์
 ก. 2 ซม.
 ข. 3 ซม.
 ค. 4 ซม.
 ง. 5 ซม.
33. วางวัตถุห่างจากเลนส์นูน 10 ซม. เลนส์มีความยาวโฟกัส 15 ซม. จงหาตำแหน่งและชนิดของภาพ
 ก. ภาพจริงห่างจากเลนส์ 30 ซม.
 ข. ภาพเสมือนห่างจากเลนส์ 30 ซม.
 ค. ภาพจริงห่างจากเลนส์ 15 ซม.

- ง. ภาพเสมือนทางจากเลนส์ 15 ซม.
34. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์อันหนึ่งห่าง 12 ซม. เกิดภาพเสมือนทางจากเลนส์ 4 ซม. ถ้าวัดสูง 6 ซม. ภาพมีขนาดเท่าใด?
- ก. 8 ซม.
- ข. 4 ซม.
- ค. 2 ซม.
- ง. 1 ซม.
35. เลนส์นูนอันหนึ่งมีความยาวโฟกัส 40 ซม. เมื่อวางวัตถุวางไว้หน้าเลนส์ เกิดภาพเสมือนขนาดขยายเป็น 2 เท่า วัตถุวางไว้ห่างจากเลนส์เท่าไร?
- ก. 20 ซม.
- ข. 40 ซม.
- ค. 60 ซม.
- ง. 80 ซม.

โจทย์ไขก้านข้อ 36 และ 37

วางวัตถุห่างจากเลนส์ 10 ซม. ได้ภาพจริงโตเป็น 2 เท่า จงหาที่เกิดภาพ ความยาวโฟกัสและชนิดของเลนส์?

36. เกิดภาพที่
- ก. ห่างจากเลนส์ 5 ซม.
- ข. ห่างจากเลนส์ 10 ซม.
- ค. ห่างจากเลนส์ 20 ซม.

- ง. ห่างจากเลนส์ 40 ซม.
37. หากความยาวโฟกัสและชนิดของเลนส์
- ก. เลนส์นูนความยาวโฟกัส $\frac{20}{3}$ ซม.
- ข. เลนส์เว้าความยาวโฟกัส $\frac{20}{3}$ ซม.
- ค. เลนส์นูนความยาวโฟกัส 20 ซม.
- ง. เลนส์เว้าความยาวโฟกัส 20 ซม.
38. จงบอกวิธีไขแวนขยายให้ถูกต้อง
- ก. ให้ตาอยู่ระหว่างแวนขยายกับวัตถุ
- ข. ให้แวนขยายอยู่ระหว่างตากับวัตถุ
- ค. ให้วัตถุอยู่ระหว่างตากับแวนขยาย
- ง. ในแวนขยายอยู่คนละข้างกับตา
39. กล้องจุลทรรศน์ไขประโยชน์อะไร?
- ก. ดูดาว
- ข. ดูเชื้อโรค
- ค. ดูรูปถ่าย
- ง. ดูการแสดง

40. เลนส์ออฟเวกทีฟของกล้องจุลทรรศน์ มีลักษณะอย่างไร?
- ก. เลนส์นูนมีความยาวโฟกัสสั้น
- ข. เลนส์นูนมีความยาวโฟกัสยาว
- ค. เลนส์เว้ามีความยาวโฟกัสสั้น
- ง. เลนส์เว้ามีความยาวโฟกัสยาว

41. ขยายของกล้องจุลทรรศน์มีกำลังขยายเป็น 20 และ 30 เท่า และออฟเจกทีฟมีกำลังขยายเป็น 20, 40 และ 60 เท่า

กำลังขายสูงสุดของกล้องจุลทรรศน์
นี้เป็นเท่าไร?

- ก. 800 เท่า
- ข. 1,200 เท่า
- ค. 1,800 เท่า
- ง. 2,400 เท่า

42. เลนส์ถ่ายภาพของกล้องโทรทัศน์
มีลักษณะอย่างไร?

- ก. เลนส์นูนความยาวโฟกัสสั้น
- ข. เลนส์นูนความยาวโฟกัสยาว
- ค. เลนส์เว้าความยาวโฟกัสสั้น
- ง. เลนส์เว้าความยาวโฟกัสยาว

43. กล้องที่ใช้สำหรับการสำรวจบนพื้น
โลก เป็นกล้องชนิดใด?

- ก. กล้องจุลทรรศน์
- ข. กล้องโทรทัศน์ชนิดหักเหแสง
- ค. กล้องโทรทัศน์ชนิดสะท้อนแสง
- ง. กล้องเทเลสโคป

44. กล้องโทรทัศน์ใช้ประโยชน์อะไร?

- ก. ดูดาว
- ข. ถ่ายรูป
- ค. ส่งสัญญาณ
- ง. ฉายภาพ

45. ทัศนอุปกรณ์ที่เปลี่ยนใ้กับนัยน์ตาก็จะไร

- ก. กล้องจุลทรรศน์

ข. กล้องส่องตา

ค. กล้องถ่ายภาพ

ง. กล้องปริทรรศน์

46. เรตินาเป็นส่วนประกอบของนัยน์ตา
ที่มีหน้าที่อะไร?

ก. ปักเปิดให้แสงเข้าตาได้มากน้อยตาม
ต้องการ

ข. รับความรู้สึกในการเห็นภาพ

ค. บีบเลนส์นัยน์ตาให้หนาหรือบาง

ง. บังกั้นให้แสงตกไม่ถึงจอรับภาพ

47. ข้อใดที่มีเลนส์ธรรมชาติประกอบอยู่

ก. เกร็ดน้ำตา

ข. กล้องถ่ายภาพ

ค. กล้องส่องตา

ง. นัยน์ตา

48. เลนส์ตาของเรา เปลี่ยนความยาวโฟกัส
ได้อย่างไร?

ก. ไม่ได้ เพราะความยาวโฟกัสของเลนส์
จะคงที่

ข. ได้ เพราะมีกล้ามเนื้อตาช่วยควบคุม

ค. ได้ เพราะมีกล้ามเนื้อตาช่วยจักระยะโฟกัส

ง. ได้ เพราะเรตินาทำให้ความยาวโฟ
กัสเปลี่ยน

49. คนมีสองตาเพราะเหตุใด?

ก. จะไม่เบลอเห็นชัด

- ข. ถาขางหนึ่งบอคิซึกขางหนึ่งบคนไก
ค. จะไกกะระยะไกถุกทอง
ง. ซวยไทบอง เฒนาไกไคทั้งไกล, ไกล
50. ระะกะตามอง เห็นไกักเจนทอชบาย
ก็อระะกะไค?
ก. 2.5 ซม.
ข. 15 ซม.
ค. 25 ซม.
ง. 50 ซม.
51. เราะรุสีกวากาพิที่เกิดขึ้นไคการเคลื่อน
ไหวไก ถากาพนั้นเกิดกิดคอกัน และทาง
กันไมเกินเวลาเทาไร?
ก. 16 วินาที
ข. $\frac{1}{16}$ วินาที
ค. $\frac{1}{25}$ วินาที
ง. 25 วินาที
52. เรตินาเป็นส่วนที่อยู่ไคเปลือกตาชั้นไค?
ก. เปลือกตาชั้นนอกสุด
ข. เปลือกตาชั้นกลาง
ค. เปลือกตาชั้นใน
ง. ระหวาง เปลือกตาชั้นในกับ เปลือก
ตาชั้นกลาง
53. บริเวณเรตินาที่เห็นกาไกักเจน
ที่สูกเรียบกวาอะไร?
ก. White Spot

- ข. Green Spot
ค. Yellow Spot
ง. Blind Spot
54. คน เรตินาที่ความองไมเห็นภาพเรียก
วาอะไร?
ก. White Spot
ข. Green Spot
ค. Yellow Spot
ง. Blind Spot
55. เรตินาของนัยน์ตา เทียบไคกับส่วนไค
ของกลองฉายรูป
ก. ฟิล์ม
ข. ไคอะเฟรม
ค. เลนส์
ง. ชัตเตอร์
56. ไคอะเฟรมของกลองฉายรูปเทียบไค
กับส่วนไคของนัยน์ตา
ก. ผนังตา
ข. ไอริส
ค. กอร์เนีย
ง. คลอรอยด์
57. ผนังตาทาหนาที่เอนเกี่ยวกับส่วนไค
ของกลองฉายรูป
ก. ชัตเตอร์
ข. ฟิล์ม

- ก. ไคอะเฟรม
ง. ทั่วกลอง
58. สายตาที่มอง เห็นเครื่องที่อยู่ไกลกว่า
ปกติเรียกว่าอย่างไร?
- ก. สายตาวาว
ข. สายตาสั้น
ค. สายตา เบี่ยง
ง. สายตา เข

59. แขนงาที่ส่วนกลางหนากว่าขอบใช้กับ
คนสายตานิโคใด?
- ก. สายตา เบี่ยง
ข. สายตาสั้น
ค. สายตาวาว
ง. สายตา เข
60. คนสายตาสั้น เพราะเหตุใด?
- ก. ภาพเกิดที่เรตินา
ข. ภาพเกิดที่หน้าเรตินา
ค. ภาพเกิดเลย เรตินา
ง. ภาพเกิดในจุดที่เรตินา

ขอให้โชคดีในการสอบ ทุกๆ คน

แบบทดสอบท้ายภาคทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ..... เลขที่.....

คำชี้แจง

ในระบบนิเวศตามแต่ละช่วงจะมี () อย่างแรกถ้าเรา เห็นควยอย่างยิง เห็นควย เจาะๆ หรือใบไม้ไหว ใบไม้เห็นควย ไม่เห็นควยอย่างยิง หรืออาจมีข้อความอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายๆ กัน เช่น หากที่สุก มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด โปรดอ่านข้อความในระบบนิเวศตามแต่ละข้อ แล้วพิจารณาจากความรู้สึกที่แท้จริงของตนเอง เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน () เบื้องข้อละ 1 ข้อ

ตัวอย่าง

๐. การรื้อถอนปรกอาจเป็นสาเหตุ
หนึ่งที่ทำให้เกิดโรคได้
- (✓) ก. เป็นควยอย่างยิง
- () ข. เห็นควย
- () ค. ใบไม้ไหว
- () ง. ใบไม้เห็นควย
- () จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

๐. นักเรียนขอการเขียนแบบไว้ แบบเขียน
ไว้ครบ
- () ก. หากที่สุก
- (✓) ข. หาก
- () ค. ปานกลาง
- () ง. น้อย
- () จ. น้อยที่สุด

1. นักเรียนอยากทราบว่าอะไรถึงมีชีวิต
ขบวนการสังเคราะห์หรือไม่

- () ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- () ข. เห็นด้วย
- () ค. ไม่เห็นใจ
- () ง. ไม่เห็นด้วย
- () จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. เมื่อนักเรียนสงสัยว่ากลไกการ
อะไร นักเรียนจะลองตั้งเหตุผล
กว่าใครเรื่อง

- () ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- () ข. เห็นด้วย
- () ค. ไม่เห็นใจ
- () ง. ไม่เห็นด้วย
- () จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3. นักเรียนเห็นว่าความรู้ทางตัว เป็น
อย่างไร

- () ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- () ข. เห็นด้วย
- () ค. ไม่เห็นใจ
- () ง. ไม่เห็นด้วย
- () จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. ถ้านักเรียนได้ความรู้จาก
อธิบายกับตัวเอง นักเรียนจะรู้สึก
กระวนกระวายใจหรือไม่

- () ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- () ข. เห็นด้วย
- () ค. ไม่เห็นใจ
- () ง. ไม่เห็นด้วย
- () จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5. ถ้านักเรียนได้ความรู้
คัดลอก นักเรียนจะรู้สึก
เด็กไม่ทำเช่นนั้น
อีก

- () ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- () ข. เห็นด้วย
- () ค. ไม่เห็นใจ
- () ง. ไม่เห็นด้วย
- () จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

6. นักเรียนได้ความรู้ความ
เป็นสิ่งที่สำคัญ นักเรียนจะ
ปฏิบัติตาม

- () ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- () ข. ไม่เห็นด้วย
- () ค. ไม่เห็นใจ
- () ง. เห็นด้วย
- () จ. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

7. นักเรียนการคัดลอก
มีเวลา

- () ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- () ข. เห็นด้วย
- () ค. ไม่เห็นใจ

15. เมื่อเฝ้าอะไรที่ห้องเรียน

ข้าพเจ้าจึงเฝ้าอย่างนี้เอง

() ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

() ข. เห็นด้วย

() ค. ไม่แน่ใจ

() ง. ไม่เห็นด้วย

() จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

16. เมื่อครูมอบหมายให้ทำงาน

จะอยู่หรือไม้อยู่ในห้องเรียน

ข้าพเจ้าก็ยังทำงานนั้นไปเรื่อยๆ

() ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

() ข. เห็นด้วย

() ค. ไม่แน่ใจ

() ง. ไม่เห็นด้วย

() จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

17. ความรักเห็นแก่ผลประโยชน์

แม่จะรักกับความรู้อันสูงของเรา

เราควรระวัง

() ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

() ข. เห็นด้วย

() ค. ไม่แน่ใจ

() ง. ไม่เห็นด้วย

() จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

18. ข้าพเจ้าใจเคยสนใจว่าสิ่งต่างๆ จะ

เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

() ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

() ข. ไม่เห็นด้วย

() ค. ไม่แน่ใจ

() ง. เห็นด้วย

() จ. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

19. ไม่ควรทำการทดลองใดๆ ก็ตาม

เพราะจะทำให้การทดลองหลายๆ ครั้ง โทษ

ดีกว่าดีกว่าทำเพียงครั้งเดียว

() ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

() ข. เห็นด้วย

() ค. ไม่แน่ใจ

() ง. ไม่เห็นด้วย

() จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

20. หากเราชอบทำอะไรมาพบที่เราน่าใจ

ให้เพื่อนคนที่ไปหาใจใคร่กับ

() ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

() ข. เห็นด้วย

() ค. ไม่แน่ใจ

() ง. ไม่เห็นด้วย

() จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

แบบสอบถามความรู้สึกของนักเรียน

ให้นักเรียน เลือกตอบวงหนึ่งช่องใดเพียงช่องเดียว แล้ว เขียน เกร็ดหมาย ลงในช่องนี้ ✓

ความรูสึก ชอความ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
เมื่อเรียนโดยใช้แบบ เรียนโปรแกรมบนการ เรียนแบบปรกติ นักเรียนมีความรูสึกว่า...		
1. มีควาเข้าใจใน เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น.....		
2. รูสึกเพลิดเพลิน.....		
3. ทำใ้สามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว.....		
4. ทำใ้รู้ควาไ้ก็ไ้โดยไมตองตองจำ.....		
5. ทำใ้เรจึกรับนิพชอตนเองมากขึ้น.....		
6. ทำใ้มีความเชื่อนันในการชอ.....		
7. ทำใ้ชวยแกปัญดาการ เรียนไปหันเพื่อนไ้.....		
8. อยากใ้มีการ เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบ เรียนโปรแกรม บนการ เรียนแบบปรกติอีกตอไป.....		
9. อยากใ้มีการ เรียนโดยใช้แบบ เรียนโปรแกรมในวิชา อื่นๆ อีก.....		
10. รูสึก เบื่อหน่ายและวางนอน เมื่อเรียนแบบ เรียนโปรแกรม.....		
11. ไมสง เเรใจใ้มีความกิดริ เรือสร้างสรรคเพราะจำไปถาม หัวชอที่ไ้เรียม เรียงไว้แล้ว.....		
ความกิดเห็นอื่นๆ (ถ้ามี)	รวม	