

๒๒- ๔๓

๑๒๔๖

๓

การศึกษาลักษณะของเครื่องอัดขยายภาพวาดที่พัฒนาขึ้นในการสอน
อัดขยายภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ปริญญานิพนธ์

ของ

สนอง ทองปาน

27 ก.ย. 2537

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2537

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

190135

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม



.....ประธาน

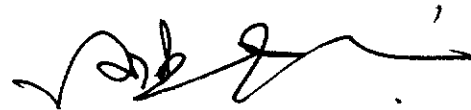
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย)



.....กรรมการ

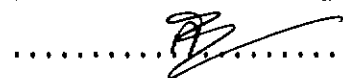
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ สิกขามบัณฑิต)

คณะกรรมการสอบ



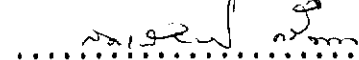
.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย)



.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ สิกขามบัณฑิต)



.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ กรีทอง)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่...๒...เดือน...พฤษภาคม...พ.ศ. 2537

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลง ได้ด้วยความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ สักกบัณฑิต รองศาสตราจารย์ สมเกียรติ กรีทอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หุติมา วัฒนาศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ และ อาจารย์สวัสดิ์ ปานเนา ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำตลอดทั้งการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่ง อันเป็นผลก่อให้เกิดความสำเร็จขึ้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญลดา วีระสัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการยืมเครื่องอัดขยายภาพมาตรฐาน สำหรับให้ศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ใหญ่ คณะครูอาจารย์ และขอขอบคุณนักการภารโรง ไร่เรียน ไทรน้อยทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในระหว่างดำเนินการทดลองสอนอย่างดียิ่ง และขอขอบใจนัก ไร่เรียน ไทรน้อยที่ได้ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตวิชา เอกวิทยาศาสตร์ศึกษาปีการศึกษา 2535 ทุกท่านที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัย

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และครูอาจารย์ ผู้วางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

สนอง ทองปาน

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนการอัดขยายภาพขาวดำ	8
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการอัดขยายภาพขาวดำ	11
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ของเครื่องอัดขยายภาพ ขาวดำที่พัฒนาขึ้น	20
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทดแทน	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	38
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	41
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	42
ประชากร	42
กลุ่มตัวอย่าง	42
แบบแผนการวิจัย	43
ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	44

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	44
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	45
ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ	45
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	50
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	54
การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการถ่ายทอดภาพวาดคำ	55
การเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาดคำ	61
สรุปผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ การถ่ายทอดภาพวาดคำ	71
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	74
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	74
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	74
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	75
วิธีดำเนินการทดลอง	76
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	76
อภิปรายผล	77
ข้อเสนอแนะ	81
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก	90
ประวัติย่อของผู้วิจัย	206

บัญชีตาราง

ลำดับ

หน้า

1	แบบแผนวิจัย	43
2	แสดงผลการเปรียบเทียบที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เชิงเนื้อหา) ของนักเรียน กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	56
3	แสดงผลการเปรียบเทียบที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เชิงปฏิบัติ) ของนักเรียน กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	58
4	แสดงผลการเปรียบเทียบที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รวม) ของนักเรียน กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	60
5	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายทอดภาพด้านขั้นจัดเตรียม อุปกรณ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	62
6	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายทอดภาพด้านขั้นปฏิบัติงาน ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	64
7	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายทอดภาพด้านคุณภาพของ ผลงานของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	66
8	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายทอดภาพด้านการเสนอ ผลงานของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	68
9	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายทอดภาพ (โดยภาพรวม) ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	70
10	แสดงผลการสรุปองค์การเปรียบเทียบที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถ ในการถ่ายทอดภาพจากคำของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	72
11	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความรู้ เบื้องต้นในการถ่ายทอดภาพวาดที่นักเรียนฝึกภาคต้น	134
12	แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบความรู้เบื้องต้นในการถ่ายทอดภาพ วาดที่นักเรียนฝึกภาคต้น	136

13	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาการอธิบายภาพวาดคำ (เชิงเนื้อหา) ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	139
14	แสดงค่า p,q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาการอธิบายภาพวาดคำ (เชิงเนื้อหา) ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	140
15	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาการอธิบายภาพวาดคำ (เชิงปฏิบัติ) ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	142
16	แสดงค่า p,q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาการอธิบายภาพวาดคำ (เชิงปฏิบัติ) ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	143
17	แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการอธิบายภาพ (ระหว่างผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 2)	145
18	แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการอธิบายภาพ (ระหว่างผู้ประเมินคนที่ 2 กับผู้ประเมินคนที่ 3)	146
19	แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการอธิบายภาพ (ระหว่างผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 3)	147

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงเครื่องอัดขยายภาพขาวดำแบบคอนเดนเซอร์	16
2 เครื่องอัดขยายภาพแบบดิฟฟิวเซอร์	17
3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องอัดขยายภาพแบบผสมของคอนเดนเซอร์ และดิฟฟิวเซอร์	18
4 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องอัดขยายภาพ	20
5 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องอัดขยายภาพ	189
6 ภาพแสดงสวิตช์ตั้งเวลาการฉายแสดงอัตโนมัติก่อนบรรจุกล่อง	190

บทนำ

ภูมิหลัง

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันเป็นไปตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งมีจุดประสงค์หลัก 5 ประการคือ (1) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ (2) เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตวงจำกัดทางวิทยาศาสตร์ (3) เพื่อให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (4) เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ (5) เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลผลกระทบและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อม (กรมวิชาการ, 2532 : 37) ดังนั้นเพื่อให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บรรลุตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว ในการสอนจึงใช้กิจกรรมการปฏิบัติการทดลองเป็นสื่อทางให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการลงมือกระทำการทดลอง โดยเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ เป็นสำคัญ (ก่อ สวัสดิพิพาณิชย์, 2535 : 63) การเรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการทดลองมีคุณประโยชน์หลายประการที่สำคัญคือช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย รวดเร็ว ทำให้บทเรียนเป็นที่น่าสนใจ (เจริญ บุญวัฒน์ 2511 : 26) ตลอดจนช่วยให้นักเรียนได้มีทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การควบคุมตัวแปร การบันทึกข้อมูล การอภิปรายร่วมกับครูและนักเรียนในชั้นรวมทั้งการสรุปสาระสำคัญของ การทดลองซึ่งจะนำไปสู่แนวคิดและหลักการที่สำคัญของบทเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2520 : 2) อันจะยังผลให้เกิดการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณค่า ได้ในที่สุด

อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนส่วนใหญ่ของประเทศไทยยังไม่บรรลุผลเท่าที่ควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านทักษะการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์การทดลองทางการทดลอง ซึ่งมีจำนวนจำกัดไม่เพียงพอแก่ความต้องการของผู้เรียน

(หน่วยศึกษานันทศิลป์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1. 2535 : 3) จากการติดตามผล การใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบปัญหา เกี่ยวกับการขาดแคลน เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง ในบางเนื้อหาว่าเกิดขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์ส่วนใหญ่มีราคาแพง ทางโรงเรียนไม่สามารถจัดหา มาใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนได้ โดยเฉพาะโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางและ ขนาดเล็ก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2526 : 19 - 20) ปัญหาดังกล่าวย่อมส่งผลให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการพัฒนาความสามารถได้สูงสุดตามศักยภาพ ของตนเอง อันเป็นการขัดต่อหลักการจัดการศึกษาตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ที่ต้องการจัดการศึกษาเพื่อค้นหาความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเอง (กรมวิชาการ. 2533 : 1)

สำหรับการอรรถขยายภาพขาวดำซึ่งเป็นเนื้อหาที่สอดแทรกอยู่ในวิชาเลือกเสรีคือ ว 018 แสงและทัศนูปกรณ์ ว 019 จัปแสงอาทิตย์ นั้นนับเป็นอีกเนื้อหาหนึ่งที่ทางโรงเรียน ส่วนใหญ่ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนได้ให้ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติจริง เพื่อส่งเสริมให้ ผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการเบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากขาดเครื่องมืออรรถขยายภาพ ขาวดำ ซึ่งมีราคาแพง (สมเกียรติ กรีทอง. 2535 : 9) ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้ การเรียนการสอนในเนื้อหาการอรรถขยายภาพขาวดำขาดประสิทธิภาพไปอย่างน่าเสียดาย

วิธีการที่จะช่วยแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากการขาดแคลนเครื่องมือการอรรถขยายภาพ ดังกล่าวนี้อยู่หลายวิธี วิธีหนึ่งก็คือการผลิตอุปกรณ์อย่างง่ายโดยใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่น วัสดุ เหลือใช้หรือวัสดุราคาถูกขึ้นมามีใช้ทดแทนอุปกรณ์ที่จะต้องซื้อด้วยราคาแพง การได้มาซึ่งอุปกรณ์ ทดแทนดังกล่าวนอกจากจะช่วยให้อุปกรณ์เพียงพอในการเรียนแล้วยังช่วยทำให้นักเรียนได้รับ การเรียนรู้ที่กว้างขวาง ลึกซึ้งยิ่งขึ้น อันจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในบทเรียนตลอดจนมองเห็น คุณค่าวัสดุในท้องถิ่นอีกด้วย (Sharma. 1982 : 262 - 263) นอกจากนี้การที่ครูได้ผลิต อุปกรณ์ขึ้นใช้เองนั้นจะช่วยประหยัดงบประมาณการจัดซื้ออุปกรณ์ลง ได้มากกับทั้งจะได้อุปกรณ์ที่ เหมาะสมกับบทเรียนที่สอนมากกว่าอุปกรณ์ที่จัดซื้อมาเพราะครูเป็นผู้ออกแบบสร้างอุปกรณ์ย่อม ทราบดีว่าตนเองต้องการใช้ในเรื่องใด อย่างไรจึงสามารถออกแบบอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวิธี สอนของตนเองได้ดีที่สุด (ธงชัย ชิวปรีชา. 2526 : 209)

ผู้วิจัย เป็นครูประจำการ วิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาขนาดกลางซึ่งประสงค์
 ให้หาการขาดแคลนเครื่องอัดขยายภาพขาวดำในปัจจุบัน จึงสนใจที่จะศึกษาผลการสอนการอัด
 ขยายภาพขาวดำ โดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับการสอนโดยใช้
 เครื่องอัดขยายภาพมาตรฐานในการสอนการอัดขยายภาพขาวดำ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
 ซึ่งผลของการศึกษาครั้งนี้ จะทำให้ทราบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำ
 ที่พัฒนาขึ้นจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการอัดขยายภาพเทียบเท่ากับการ
 การสอนโดยใช้เครื่องอัดขยายภาพมาตรฐานหรือไม่ ผลการศึกษาคงกล่าวจะเป็นแนวทางใน
 การส่งเสริมให้มีการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นมา ใช้ประกอบการสอนอันจะนำไป
 สู่การปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางและขนาดเล็ก
 ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. ความมุ่งหมายหลัก

เพื่อศึกษาผลการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นในการสอนการอัดขยาย
 ภาพขาวดำสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทดแทนการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำ
 มาตรฐาน

2. ความมุ่งหมายเฉพาะ

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอัดขยายภาพขาวดำ
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับ
 ที่เรียนโดยใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอัดขยายภาพขาวดำของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียน โดยใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับที่เรียนโดยการ
 ใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะทำให้ทราบว่าเครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น
 จะสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการอัดขยายภาพ

ได้เทียบเคียงกับที่เรียนโดยใช้ เครื่องอรรถขยายภาพขาวดำมาตรฐานหรือไม่ ข้อค้นพบดังกล่าว จะช่วยให้ครูผู้สอนในเนื้อหาการอรรถขยายภาพขาวดำ เกิดความสนใจที่จะจัดหาหรือจัดสร้าง เครื่องอรรถขยายภาพขาวดำขึ้นเอง เพื่อนำไปใช้ประกอบการสอนทดแทนเครื่องอรรถขยายภาพขาวดำมาตรฐานอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น อันจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่

1.1 ประชากรทั่วไป (General Population) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

1.2 ประชากรเป้าหมาย (Target Population) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนไทรน้อย อำเภไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนไทรน้อย อำเภไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 จำนวน 48 คน ที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนให้มีความสามารถในการอรรถขยายภาพมาก่อน กลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Sampling) แล้วนำมาจับสลากแยกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 24 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 24 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่วิธีการสอนการอรรถขยายภาพขาวดำ แยกเป็น

3.1.1 การสอนโดยใช้เครื่องอรรถขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น

3.1.2 การสอนโดยใช้เครื่องอรรถขยายภาพขาวดำมาตรฐาน

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาการอรรถขยายภาพขาวดำ

3.2.2 ความสามารถในการอรรถขยายภาพขาวดำ

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน ใช้เวลาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536
ทำการทดลองสอนนักเรียนจำนวน 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 คาบต่อเนื่อง
(คาบละ 50 นาที) รวม 16 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เครื่องอัดขยายภาพมาตรฐาน หมายถึง เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่ทำการผลิต
ขึ้นโดยประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 9 ชิ้นคือ (1) แหล่งกำเนิดแสง (2) เลนส์รวมแสง
(3) ที่ใส่ฟิล์มเนกาตีฟ (4) เลนส์ขยายภาพ (5) ปุ่มปรับโฟกัส (6) แท่นวางกระดาษอัดภาพ
(7) กรอบกะขนาดภาพ (8) ปุ่มปรับความสูงต่ำของเครื่องอัดขยายภาพ และ (9) สวิตช์ตั้ง
เวลาอัตโนมัติ ทั้งนี้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำดังกล่าว ได้ผ่านการรับรองคุณภาพจากกระทรวง
อุตสาหกรรมและได้รับเครื่องหมายมาตรฐานอุตสาหกรรมเรียบร้อยแล้ว

2. เครื่องอัดขยายภาพที่พัฒนาขึ้น หมายถึง เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่ผู้วิจัยทำ
การพัฒนาขึ้น โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาถูกระหว่างประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 9 ชิ้นคือ (1) แหล่งกำเนิด
แสง (2) เลนส์รวมแสง (3) ที่ใส่ฟิล์มเนกาตีฟ (4) เลนส์ขยายภาพ (5) ปุ่มปรับโฟกัส
(6) แท่นวางกระดาษอัดภาพ (7) กรอบกะขนาดภาพ (8) ปุ่มปรับความสูงต่ำของเครื่องอัด
ขยายภาพ และ (9) สวิตช์ตั้งเวลาอัตโนมัติ ทั้งนี้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำดังกล่าว ได้ผ่าน
การรับรองคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิเฉพาะสาขาเรียบร้อยแล้ว

3. ฟิล์มเนกาตีฟขาว - ดำ (Black and White Negative Film) หมายถึง
ฟิล์มที่บันทึกภาพเป็นสีขาว - ดำ ตรงข้ามกับภาพที่เป็นจริง กล่าวคือ เมื่อนำฟิล์มที่ถ่ายไปผ่าน
กระบวนการล้างฟิล์มแล้ว จะได้ภาพในฟิล์มเป็นสีขาว - ดำ ตรงข้ามกับสิ่งของภาพจริง
และต้องนำฟิล์มเนกาตีฟไปอัดขยายลงบนกระดาษไวแสงหรือกระดาษที่ใช้อัดภาพอีกครั้งหนึ่ง
จึงจะได้ภาพที่มีสีขาว ดำ ตรงตามความเป็นจริง

4. การอัดขยายภาพขาวดำ หมายถึง การนำฟิล์มเนกาตีฟขาว - ดำ ไปทำ
การฉายแสงผ่านเครื่องอัดขยายภาพขาวดำ ทำให้เกิดภาพที่คมชัดบนกระดาษอัดภาพที่ฉาบ
ผิวหน้าด้วยเยื่อไวแสงในเวลาที่เหมาะสม เมื่อนำกระดาษที่ผ่านการฉายแสงแล้วไปผ่าน
กระบวนการ ล้างกระดาษอัดภาพจะได้ภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าภาพที่ปรากฏบนฟิล์มเนกาตีฟและ
มีสีขาวดำตรงตามความเป็นจริง

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนสอบเชิงเนื้อหาและเชิงปฏิบัติของนักเรียนที่เรียนบทเรียนการอธิบายภาพवाद้าที่ได้จากการตอบแบบทดสอบในบทเรียนดังกล่าวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ความสามารถในการอธิบายภาพवाद้า หมายถึง คะแนนผลงานของการอธิบายภาพที่นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง คะแนนดังกล่าวได้จากการประเมินผลงานการอธิบายภาพของนักเรียนตามแบบประเมินความสามารถในการอธิบายภาพवाद้าที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. การสอนโดยใช้เครื่องอธิบายภาพवाद้ามาตรฐาน หมายถึง การสอนในบทเรียนการอธิบายภาพवाद้าด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) โดยใช้เครื่องอธิบายภาพवाद้ามาตรฐานมาประกอบในชั้นทดลองของกิจกรรมการเรียนการสอน

8. การสอนโดยใช้เครื่องอธิบายภาพवाद้าที่พัฒนาขึ้น หมายถึง การสอนในบทเรียนการอธิบายภาพवाद้าด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) โดยใช้เครื่องอธิบายภาพवाद้าที่พัฒนาขึ้นมาประกอบในชั้นทดลองของกิจกรรมการเรียนการสอน

9. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ของโรงเรียนไทรน้อย อำเภไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนการอัดขยายภาพขาวดำ
 - 1.1 ประวัติความเป็นมาของการเรียนการสอนการอัดขยายภาพขาวดำ
 - 1.2 รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการอัดขยายภาพขาวดำ
 - 1.3 ปัญหาและอุปสรรคของการเรียนการสอนการอัดขยายภาพขาวดำ
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการอัดขยายภาพขาวดำ
 - 2.1 หลักการของการอัดขยายภาพขาวดำ
 - 2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำ
 - 2.3 ขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำ
 - 2.4 คุณภาพของภาพขาวดำที่อัดขยาย
 - 2.5 เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ของเครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น
 4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทดแทน
 - 4.1 ความหมายของอุปกรณ์ทดแทน
 - 4.2 คุณค่าของอุปกรณ์ทดแทน
 - 4.3 ความมุ่งหมายในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน
 - 4.4 ขั้นตอนของการสร้างอุปกรณ์ทดแทน
 - 4.5 แหล่งวัสดุทดแทน
 - 4.6 สิ่งที่ต้องพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน
 5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดชุมนุมวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
 - 5.2 ความจำเป็นและความสำคัญของชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

- 5.3 การจัดตั้งชุมนุมวิทยาศาสตร์
- 5.4 ประเภทของชุมนุมวิทยาศาสตร์
- 5.5 บุคคลที่มีบทบาทต่อชุมนุมวิทยาศาสตร์
- 5.6 กิจกรรมของชุมนุมวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ
7. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนอักษบายภาพขาวดำ

1. ประวัติความเป็นมาของการเรียนการสอนการอักษบายภาพขาวดำ

วิชาการถ่ายภาพได้เผยแพร่เข้ามาในประเทศไทยเป็นครั้งแรกตอนปลายสมัยรัชกาลที่ 3 โดยบาทหลวงผู้หนึ่งชื่อท่านปาลเลอกัวซ์ (Jean Baptista Pallegois) แต่ไม่ได้รับความนิยมจากประชาชนทั่วไปในสมัยนั้น เนื่องมาจากความเชื่อทางไสยศาสตร์ที่เกรงว่าการถ่ายภาพจะทำให้เกิดเหตุเภทภัยและทำให้อายุสั้นได้ ต่อมาในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวเป็นยุคที่การถ่ายภาพเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วเนื่องจากพระองค์ทรงโปรดการถ่ายภาพและการล้างภาพด้วยพระองค์เองเป็นอย่างมาก ในหมู่พระบรมวงศานุวงศ์ตลอดจนเจ้านายชั้นสูงได้หันมานิยมการถ่ายภาพกันมากขึ้น ซึ่งทำให้วิชาการถ่ายภาพได้แพร่หลายไปสู่ประชาชนทั่วไป

ในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 6 การถ่ายภาพและการอักษบายภาพขาวดำได้วิวัฒนาการอย่างรวดเร็ว เพราะมีการนำไฟฟ้ามาใช้อำนวยความสะดวกในการถ่ายภาพ ทำให้สามารถถ่ายภาพได้ทั้งกลางวันและกลางคืน มี การเปิดสอนวิชาการถ่ายภาพและการอักษบายภาพขาวดำขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่โรงเรียนเพาะช่างและต่อมาสถาบันทางการศึกษาในระดับอุดมศึกษาอื่น ๆ ได้เปิดสอนในวิชานี้มากขึ้น (สมิตรา ขันตยาภรณ์, 2521 : 65 - 70)

ในระดับมัธยมศึกษาได้มีการเปิดสอนวิชาการถ่ายภาพและการอักษบายภาพขาวดำกันอย่างแพร่หลาย ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เช่น โรงเรียนมัธยมศึกษาประจำ

จังหวัดโดยจัดเป็นกิจกรรมเสริมการเรียนการสอนตามแนวทางของหลักสูตรมัธยมศึกษา
พุทธศักราช 2503 (สนั่น ปัทมะทิน, 2504 : 28) และได้ทำการสอนต่อมาจนถึงปี
พ.ศ. 2521 วัดทัศนไธได้เข้ามามีสิทธิ์พจในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรมากขึ้น ทำให้โรงเรียน
หลายแห่งต้องเลิกทำการสอนในกิจกรรมการอัตรยายภาพขาวดำ เปลี่ยนมาสอนกิจกรรม
เกี่ยวกับทัศนทัศน์แทนทำให้การสอนกิจกรรมการอัตรยายภาพขาวดำในโรงเรียนมัธยมศึกษาลดลง
เป็นอย่างมากทั้งนี้เหตุผลที่สำคัญก็การพึ่งพิงเครื่องอัตรยายภาพขาวดำมีราคาแพง
กะโหล่งหาซื้อยากเนื่องจากเครื่องมือเก่ากะโหล่งทางกันดั้ไม่มีการนำเข้ามาขายในท้องตลาด
จึงเป็นเหตุให้โรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไปขาดแคลนอุปกรณ์ในการสอนการอัตรยายภาพขาวดำ

2. รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการอัตรยายภาพขาวดำ

การอัตรยายภาพขาวดำเป็นเนื้อหาที่สอดแทรกอยู่ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับ
มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลายหลายรายวิชา ดังรายละเอียดตามหลักสูตร
มัธยมศึกษา (กรมวิชาการ, 2533 : 34 - 40) ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

2.1 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น รายวิชาที่มีเนื้อหาการอัตรยายภาพขาวดำ
สอดแทรกอยู่ คือ

2.1.1 ว 018 แสงและทัศนูปกรณ์ เป็นวิชาเลือกเสรีที่เปิดโอกาสให้นักเรียน
นักเรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในหลักการ
พื้นฐานที่เกี่ยวกับแสง เช่น หลักการสะท้อนแสง การหักเหของแสง ปฏิกริยาเคมีที่เกี่ยวกับแสง
ซึ่งเป็นหลักการเบื้องต้นของการอัตรยายภาพขาวดำ

2.1.2 ว 014 เริ่มต้นโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาเลือกเสรีที่
ศึกษาค้นคว้า ปรุงาน และทำกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ โดยเน้นเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา
อย่างมีระบบ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำ
ความรู้และทักษะที่ได้ไปใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดี ซึ่งการอัตรยายภาพ
ขาวดำจัดได้ว่าเป็นกิจกรรมอีกรูปแบบหนึ่งที่จะให้ความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานแก่นักเรียน
ได้เป็นอย่างดีพอที่จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปใช้ในการทำโครงงาน
วิทยาศาสตร์ได้ประสบผลสำเร็จ

2.1.3 กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่ให้นักเรียน
นักเรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจและความถนัดของนักเรียน ซึ่งทางโรงเรียนสามารถจัด

การเรียนการสอนในเนื้อหาต่าง ๆ ที่นักเรียนสนใจ ได้ตามความต้องการของนักเรียน การอัดขยายภาพขาวดำจัดได้ว่าเป็นกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์กิจกรรมหนึ่งที่เคยให้ที่นิยม จัดเป็นกิจกรรมชุมนุมประเภทเชี่ยวชาญพิเศษที่นักเรียนสนใจ เป็นอันมาก

2.2 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รายวิชาที่มีเนื้อหาการอัดขยายภาพขาวดำ สอดแทรกอยู่คือ

2.2.1 ภา 021 โลกแห่งแสงสี เป็นรายวิชาที่เปิดสอนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดภาพจากเลนส์ชนิดต่าง ๆ การเกิดภาพจากแสง และมีการทดลองที่เกี่ยวกับการอัดขยายภาพ

2.2.2 กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ สามารถเปิดสอนกิจกรรมชุมนุมการอัดขยายภาพได้เช่นเดียวกับในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแต่มีระดับความรู้ที่ค่อนข้างสูงกว่าในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จึงสรุปได้ว่าเนื้อหาการอัดขยายภาพขาวดำได้สอดแทรกอยู่ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายหลายรายวิชา ดังที่ได้กล่าวไว้ในเบื้องต้นแล้วดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมให้โรงเรียนในระดับมัธยมศึกษาจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาการอัดขยายภาพขาวดำต่อไป เพื่อให้การเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. ปัญหาและอุปสรรคของการสอนการอัดขยายภาพขาวดำ

จากการสอบถามความคิดเห็นของครูอาจารย์ที่เคยเปิดทำการสอนกิจกรรมการอัดขยายภาพขาวดำของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา พบว่าในการเรียนการสอนการอัดขยายภาพขาวดำ ส่วนใหญ่มีปัญหาคือคล้ายคลึงกัน พอจะสรุปได้ดังนี้

3.1 ขาดแคลนเครื่องอัดขยายภาพขาวดำเพราะมีราคาแพงมาก ทางโรงเรียนมีงบประมาณจำนวนจำกัด ไม่สามารถจัดหาเครื่องมือดังกล่าวให้เพียงพอับความต้องการของผู้เรียนได้ บางโรงเรียนอาจต้องใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำจำนวน 1 เครื่องต่อจำนวนนักเรียนถึง 50 คน ในเวลาเดียวกัน ทำให้การเรียนการสอนขาดประสิทธิภาพ

3.2 การขาดแคลนอะไหล่บางชนิดในเครื่องอัดขยายภาพขาวดำ เครื่องอัดขยายภาพขาวดำเมื่อใช้มาเป็นเวลานานจะทำให้อุปกรณ์บางชนิดในเครื่องอัดขยายภาพชำรุดเสียหาย ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชิ้นจะมีราคาแพงและหาซื้อได้ยากทำให้ผู้สอนเกิดความเบื่อหน่าย จนต้องเลิกทำการสอนไปในที่สุด

3.3 ครูผู้สอนไม่ เห็นความสำคัญของการอัดขยายภาพขาวดำ เนื่องจากในชุดใจปัจจุบันการถ่ายภาพขาวดำไม่ได้รับความนิยมในหมู่ประชาชน ทำให้ครูผู้สอนมีความคิดว่าการอัดขยายภาพขาวดำ เป็นสิ่งที่ล้าสมัย จึงพยายามหาเนื้อหาวิชาอื่น ๆ มาเปิดทำการสอนแทน เช่น การถ่ายภาพดิจิทัล เป็นต้น ซึ่งที่จริงแล้วความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนี้ยังไม่ถูกต้องนักในแง่ของการศึกษา เพราะเนื้อหาการอัดขยายภาพขาวดำเป็นความรู้ที่บูรณาการระหว่างวิชาฟิสิกส์ใน เรื่องแสง และวิชาเคมีในเรื่องแสงกับปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่ง ในเนื้อหาดังกล่าวครูผู้สอนยังขาดอุปกรณ์ที่จะให้นักเรียน ได้ทำการทดลองจนเข้าใจ ได้ จึงทำให้การเรียนการสอนขาดประสิทธิภาพ

นอกจากนี้การอัดขยายภาพขาวดำยังเห็นพื้นฐานของการเรียนการอัดขยายภาพสีอีกด้วย ซึ่งถ้าผู้เรียนมีความสนใจในการอัดขยายภาพสีจะทำให้มีความรู้พื้นฐานและมีทักษะเพียงพอที่จะเรียนในระดับสูงต่อไปตามความถนัดและตามความต้องการของนักเรียน

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าแนวทางในการแก้ปัญหานี้ได้ทางหนึ่ง คือการสร้างเครื่องมืออัดขยายภาพขาวดำที่มีราคาถูกแต่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นมาทดแทนเครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการอัดขยายภาพขาวดำ

1. หลักการของการอัดขยายภาพขาวดำ

การอัดขยายภาพขาวดำ เป็นกระบวนการเขียนภาพโดยใช้แสงซึ่งกระบวนการดังกล่าว ต้องอาศัยหลักการที่แสงจากเครื่องขยายภาพที่ฉายผ่านฟิล์มเนกาตีฟไปยังกระดาษอัดรูปที่ฉาบสาร ไวแสง ไว เช่นเดียวกับฟิล์มแต่ความไวแสงของกระดาษอัดรูปน้อยกว่าฟิล์มมาก เมื่อนำกระดาษอัดรูปที่ผ่านการฉายแสงแล้วไปผ่านกระบวนการทางเคมีอันได้แก่ น้ำยาสร้างภาพ (Developer) ภาพจะค่อย ๆ ปรากฏขึ้น บริเวณใดที่มีสีดำทึบในฟิล์มเนกาตีฟแสงจะผ่านลงไปได้น้อย หรือไม่ได้เลย เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำยาสร้างภาพบริเวณนั้นของกระดาษอัดรูปจะมีสีค่อนข้างขาว ส่วนบริเวณใดของฟิล์มเนกาตีฟที่มีสีใสแสงจากเครื่องอัดขยายจะส่องผ่านได้มาก ทำให้บริเวณนั้นบนกระดาษอัดรูปมีสีดำ เมื่อนำไปทำปฏิกิริยากับน้ำยาสร้างภาพปฏิกิริยาที่เกิดจากการอัดขยายภาพในข้างต้นทำให้เกิดภาพขาวดำบนกระดาษอัดรูปตามความเป็นจริง เราเรียกภาพที่ปรากฏตามความเป็นจริงบนกระดาษอัดรูปนี้ว่าภาพโพสิทีฟ Positive (วนิดา จึงประสิทธิ์, 2529 : 256)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำ

กรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2533 : 74 - 77) ได้กล่าวไว้ว่า อุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำมีวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ดังรายการต่อไปนี้

- 2.1 ห้องมืด
- 2.2 เครื่องอัดขยายภาพ
- 2.3 กระดาษอัดภาพ
- 2.4 फिल्मเนกาตีฟ
- 2.5 น้ำยาล้างภาพ ประกอบด้วยน้ำยา 3 ชนิด คือ
 - 2.5.1 น้ำยาสร้างภาพ (Developer)
 - 2.5.2 น้ำยาหยุดภาพ (Stop bath)
 - 2.5.3 น้ำยาคงสภาพ (Fixer)
- 2.6 ถาดใส่น้ำยาล้างภาพ อย่างน้อย 3 ถาด
- 2.7 แท่งใส่น้ำ หรืออาจใช้ถาดน้ำไหลแทน
- 2.8 เครื่องทำให้ภาพแห้ง
- 2.9 คีมคีบภาพ

3. ขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำ

สมเกียรติ กรทอง (2535 : 10 - 12) ได้กล่าวไว้ว่า การอัดขยายภาพขาวดำ มีขั้นตอนการปฏิบัติดังต่อไปนี้

- 3.1 นำเอาที่ใส่ฟิล์มเนกาตีฟออกจากเครื่องอัดขยายภาพขาวดำและทำความสะอาดไม่ให้มีฝุ่นละอองติด
- 3.2 บรรจุฟิล์มเนกาตีฟลงในที่ใส่ฟิล์มเนกาตีฟโดยให้ด้านเงาอยู่ด้านบน ส่วนด้านที่มีลักษณะด้านจะอยู่ด้านล่าง
- 3.3 ทำความสะอาดเนกาตีฟ โดยให้แสงทึบอ่อนปิดเบา ๆ
- 3.4 นำที่ใส่ฟิล์มเนกาตีฟใส่เข้าไปในเครื่องอัดขยาย
- 3.5 ปรับระดับเครื่องอัดขยายให้ได้ภาพตามขนาดที่ต้องการ
- 3.6 ปรับแผ่นไดอะแฟรมให้กว้างที่สุด เพื่อให้แสงสว่างมากจะสะดวกใน

การปรับ โฟกัส

3.7 ปรับไฟกสให้ชัดที่สุด

3.8 เมื่อปรับไฟกสจนชัดแล้วจึงปรับแสงให้หรือลงตามที่ได้ทำการทดสอบการฉายแสงมาแล้ว

3.9 นำกระดาษอัดภาพด้านหน้าวางลงในกรอบวางกระดาษอัดภาพ

3.10 ตั้งเวลาฉายแสงพร้อมกดสวิทซ์อัตโนมัติ (Timer)

3.11 นำกระดาษที่ผ่านการฉายแสงแล้วลงไปล้างในถาดแรกที่บรรจุน้ำยาสร้างภาพใช้เวลาประมาณ 1 - 1 1/2 นาที

3.12 นำกระดาษอัดภาพที่จุ่มลงในน้ำยาสร้างภาพแล้วมาจุ่มลงในน้ำยาหยุดภาพในถาดที่สอง โยกถาดเบา ๆ ให้น้ำยาหยุดภาพไหลผ่านภาพให้ทั่วประมาณ 1.5 นาที

3.13 นำกระดาษอัดภาพที่ผ่านการจุ่มในน้ำยาหยุดภาพมาใส่ลงในน้ำยาคงสภาพ โยกถาดให้น้ำยาคงสภาพไหลผ่านภาพให้ทั่วประมาณ 10 นาที

3.14 นำกระดาษอัดภาพที่ผ่านกระบวนการล้างด้วยน้ำยาคงสภาพแล้ว ไปล้างในน้ำไหลแช่น้ำนานประมาณ 30 นาที เพื่อล้างน้ำยาคงสภาพให้หมด

3.15 นำภาพไปตากในที่ไม่มีฝุ่นให้ภาพแห้ง หรืออาจนำมามอบให้แห้งก็ได้

4. คุณภาพของภาพขาวดำที่อัดขยาย

ส่วนนี้ ปัทมะทิน (2504 : 120 - 124) ได้ให้หลักการในการพิจารณาคุณภาพของภาพขาวดำที่อัดขยายได้ไว้ว่า ภาพขาวดำที่มีคุณภาพดีต้องเป็นภาพที่ไม่ชอบบกพร่องดังต่อไปนี้

4.1 ภาพดำมืดเกินไป

สาเหตุ : เปิดไฟถูกแสงนานเกินไป

วิธีแก้ : อัดขยายใหม่ ใช้เวลาลดลงและล้างในน้ำยาตามกำหนด

4.2 ภาพขาวที่ดเกินไป

สาเหตุ : เปิดไฟถูกแสงน้อยเกินไป

วิธีแก้ : อัดขยายใหม่โดยใช้เวลาเพิ่มขึ้น

4.3 ภาพสีไม่แจ่มใส

สาเหตุ : ใช้กระดาษไม่เหมาะกับฟิล์ม หรือเปิดไฟนานเกินไป

ล้างภาพขึ้นเร็ว

วิธีแก้ : ใช้กระดาษสั้ตักน้ำให้แก่ขึ้น หรือเปิดไฟให้พอ

4.4 ภาพสั่นแกว่งเกินไปจนไม่เห็นรายละเอียด

สาเหตุ : ใช้กระดาษไม่เหมาะกับฟิล์ม

วิธีแก้ : ใช้กระดาษสีตัดกันที่อ่อนกว่าเดิม หรือเปิดไฟให้นานกว่าเดิม และล้างในน้ำยาสร้างภาพให้น้อยกว่าเดิม

4.5 มีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลปรากฏบนภาพเป็นดวง หรือทั่ว ๆ ไป

สาเหตุ : แม่ Fixer ไม่ได้ทำให้ภาพเคลื่อนไหว หรือรับน้ำยาได้ทั่ว อย่างเพียงพอ หรือ Fixer หมดสภาพ หรือล้างในน้ำยาสร้างภาพนานเกินไป หรือแช่น้ำไม่ครบเวลา ซึ่งทำให้ไฮโป หลงตกค้างอยู่บนภาพ

วิธีแก้ : แก้ไขตามสาเหตุให้รอบคอบ

4.6 มีจุดขาวกลมเป็นหย่อม ๆ

สาเหตุ : มีฟองอากาศบนกระดาษอัดขยาย มีฝุ่นละอองบนฟิล์มหรือกระดาษ

วิธีแก้ : เวลาล้างในน้ำยาให้จุ่มภาพ ยกภาพ เพื่อไล่ฟองอากาศและทำความสะอาดเครื่องอัดขยายและฟิล์ม

4.7 มีจุดดำกลมเป็นหย่อม ๆ

สาเหตุ : ฟิล์มมีรู หรือมีฟองอากาศติดอยู่ ขณะล้างน้ำยาสร้างภาพมีผงปนอยู่หรือสารเคมีละลายไม่หมด

วิธีแก้ : ล้างฟิล์มจุ่มในน้ำสะอาดเสียก่อนล้างในน้ำยา และเมื่อล้างในน้ำยาต้องเขย่าหรือทำให้ฟิล์มเคลื่อนไหวอยู่เสมอ

4.8 ภาพเป็นสีเทา และขอบนอกที่ไม่ถูกแสงสว่างก็เป็นสีเทาเหมือนกัน ด้วย

สาเหตุ : ไฟปลอดภัยสำหรับดูกระดาษแรงเกินไป หรือมีสีไม่ถูกต้อง หรือกระดาษอัดขยายเสียก่อนใช้ หรือล้างในน้ำยานานเกินไป หรืออุณหภูมิของน้ำยาสูงเกินไป

วิธีแก้ : ทดลองหลอดไฟสีปลอดภัยก่อน แล้วเปลี่ยนหลอดตามคำแนะนำแก้ไข เวลาล้างและอุณหภูมิของน้ำยาให้เป็นไปตามกำหนด

4.9 เยื่อไวแสงของกระดาษพอง ล่อน หรือหลุด

สาเหตุ : น้ำยาหรือน้ำมีอุณหภูมิสูงเกินไป หรือผสมไฮโปกรดน้ำส้มแก่เกินไป หรือแช่ในน้ำนานเกินไป

วิธีแก้ : รักษาอุณหภูมิของน้ำหรือน้ำยาให้ได้มาตรฐานใกล้เคียง
อุณหภูมิหรือกรดน้ำเสียให้ไว้ตรงตามสูตร ค่อยๆแช่น้ำนานเกิน 2 - 3 ชั่วโมง

5. เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน

เครื่องอัดขยายภาพขาวดำเป็นเครื่องที่ทำให้เกิดภาพบนกระดาษอัดภาพ โดย
เครื่องอัดขยายภาพจะทำหน้าที่ฉายแสงผ่านเลนส์ไปยังกระดาษอัดภาพ แสงที่ถูกฉายผ่านฟิล์ม
เนกาตฟจะทำปฏิกิริยากับสารไวแสงที่ฉาบอยู่กระดาษอัดภาพ เมื่อนำกระดาษอัดภาพที่ผ่านการ
ฉายแสงแล้ว ไปล้างในน้ำยาสีสร้างภาพก็จะปรากฏภาพขึ้น เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่มีขาย
จำหน่ายทั้งแบบตั้ง (Vertical) และแบบนอน (Horizontal) นวลจันทร์ เกรซพัคส์
(2528 : 74 - 76) ได้แบ่งประเภทของเครื่องอัดขยายภาพขาวดำออกเป็น 3 แบบ คือ

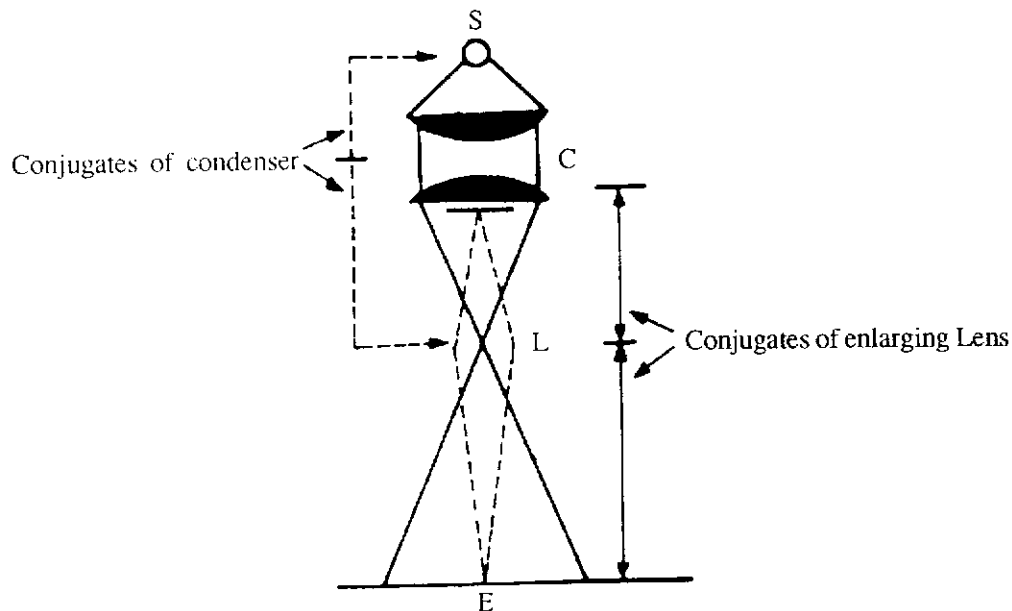
5.1 เครื่องอัดขยายภาพแบบคอนเดนเซอร์หรือเลนส์รวมแสง

(Condenser Enlargers)

5.2 เครื่องอัดขยายภาพแบบดิฟฟิวเซอร์ (Diffuser Enlargers)

5.3 เครื่องอัดขยายภาพแบบผสมคอนเดนเซอร์และดิฟฟิวเซอร์ (Condenser Diffuser Enlargers)

เครื่องอัดขยายภาพแบบคอนเดนเซอร์ (Condenser Enlargers) มีลักษณะ
การจัดระบบทางแสงดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงเครื่องฉายภาพวาดแบบคอนเดนเซอร์

S เป็นแหล่งกำเนิดของแสง ในเครื่องฉายภาพหลอดที่นิยมใช้มีอยู่ 3 ชนิดคือ

หลอดไฟฟ้าแบบทังสเตน (Tangsten Lamps)

หลอดไฟฟ้าแบบไอปรอท (Mercury Vapour Lamps)

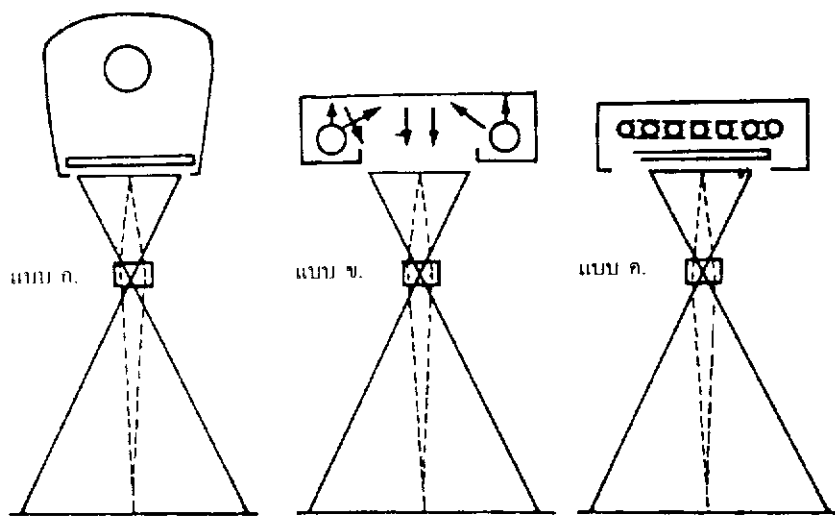
หลอดไฟโคล์ดแคโทด (Cold Cathode Lampls)

แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ หลอดไฟฟ้าแบบทังสเตน เพราะให้แสงสว่างสม่ำเสมอ และสูญเสียพลังงานน้อย ในการเลือกหลอดแบบทังสเตนที่ดีต้องเป็นหลอดที่ไม่มีหยดหรือฟิล์มติดอยู่บนหลอดเพราะจะทำให้แสงสว่างจากหลอด ไม่สม่ำเสมอ

C เป็นเลนส์รวมแสง (Condensers) ทำให้แสงจากหลอดไฟฟ้าเป็นลำขนาน ทำจากเลนส์นูนหน้าเดียว จัดวางตามลักษณะดังภาพ มีคุณสมบัติทำให้แสงส่องไปที่ฟิล์มเนกาตีฟอย่างสม่ำเสมอ

L เป็นเลนส์ขยายภาพ เป็นตัวรวมแสงจากเนกาตีฟ ทำให้เกิดภาพฉายบนกระดาษ วัตถุประสงค์การเลือกเลนส์ขยายต้องเลือกให้เหมาะสมกับฟิล์มและเลนส์ในกล้องถ่ายภาพ

เครื่องอัดขยายภาพแบบเลี้ยวเซอร์ (Diffuser Enlarger) เป็นเครื่องอัดขยายภาพทำให้เกิดการฉายแสงแบบกระจาย (Diffuse Illumination) ทำได้จากการฉายแสงโดยตรงและเบี่ยงอ้อม มีทั้งหมด 3 แบบ



ภาพประกอบ 2 เครื่องอัดขยายภาพแบบเลี้ยวเซอร์

แบบ ก เป็นเครื่องขยายภาพที่ใช้กับเนกาตีฟขนาดเล็ก ๆ หลอดกำเนิดแสงใช้แบบทั้งสแตนด์หลอดไฟ หรืออาจใช้หลอดไฟ แต่มีแผ่นกระจกฝ้ากั้นระหว่างหลอดไฟกับเลนส์

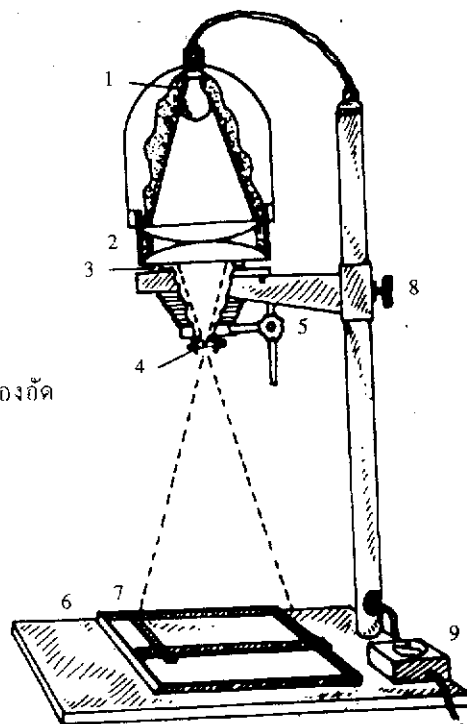
แบบ ข เป็นเครื่องอัดขยายภาพชนิดฉายแสงทางอ้อมมีใช้กับฟิล์มเนกาตีฟขนาดใหญ่หลอดฉายแสง 2 หลอดโดยให้แสงส่องไปสะท้อนตัวสะท้อนแสงที่วางอยู่ด้านหลังหลอดไฟส่องผ่านมายังฟิล์มเนกาตีฟ

แบบ ค เป็นเครื่องอัดขยายภาพที่ใช้หลอดไฟชนิด Cold - Cathode Lamps หลาย ๆ หลอด ส่องผ่านโดยตรงมายังกระจกฝ้าเพื่อเกลี่ยแสงให้สม่ำเสมอเหมาะกับฟิล์มเนกาตีฟที่มีความหนา

เครื่องอัดขยายภาพแบบผสมของคอนเดนเซอร์และดิฟฟูเซอร์ (Condenser Diffuser Enlargers) เป็นเครื่องอัดขยายภาพที่เหมือนกับเครื่องอัดขยายภาพแบบคอนเดนเซอร์แต่ตัวหลอดไฟทำด้วยกระจกฝ้า ซึ่งจะช่วยให้แสงกระจายได้สม่ำเสมอ ทำให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องอัดขยายภาพแบบคอนเดนเซอร์ และให้ภาพที่คมชัดมากกว่าทั้ง 2 แบบที่กล่าวมาแล้ว (นวลจันทร์ เกรตะพันธ์. 2528 : 74 - 76)

ส่วนประกอบที่สำคัญ ในเครื่องอัดขยายภาพแบบผสมของคอนเดนเซอร์และดิฟฟูเซอร์ (อรพินท์ ประสิทธิ์รัตน์. 2533 : 75 - 78)

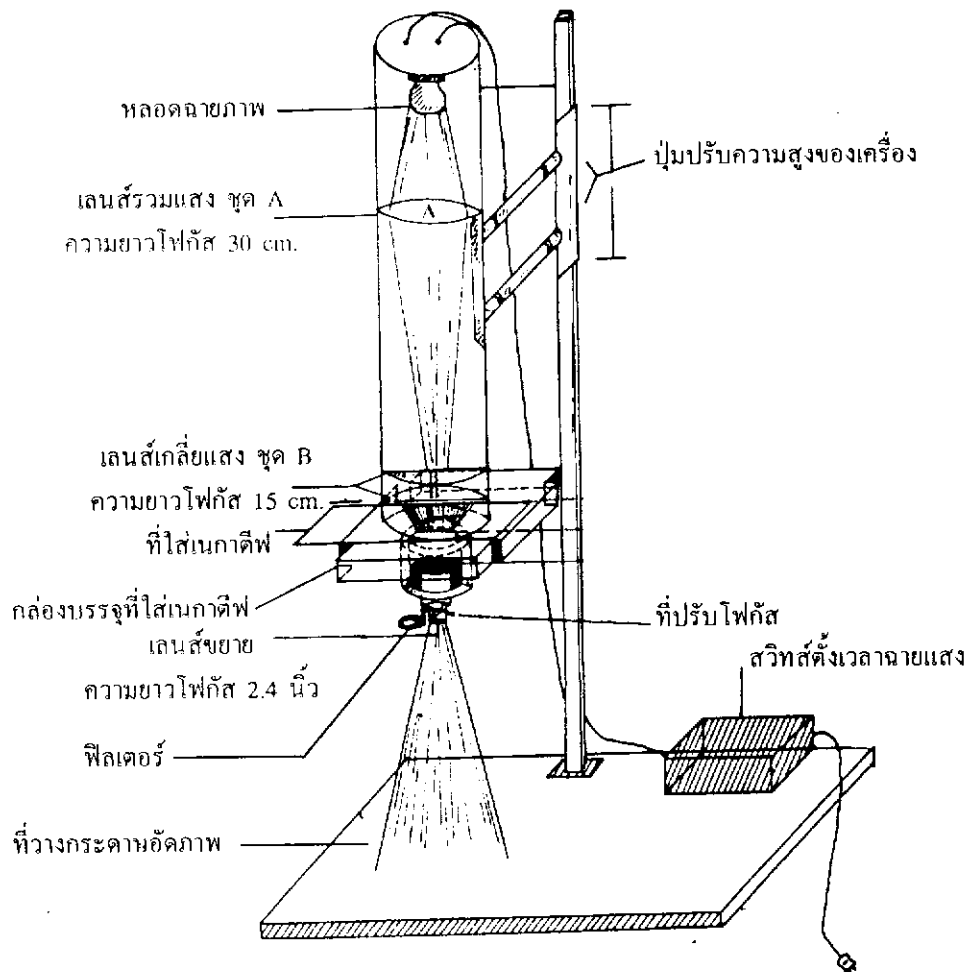
1. แหล่งกำเนิดแสง
2. เลนส์รวมแสง
3. ที่ใส่เนกาตีฟ
4. เลนส์ขยายภาพ
5. ปุ่มปรับโฟกัส
6. แท่นวางกระดาษ
7. กรอบกะขนาดภาพ
8. ปุ่มปรับความสูงต่ำของเครื่องอัดขยายภาพ
9. สวิตช์ตั้งเวลาอัตโนมัติ



ภาพประกอบ 3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องอัดขยายภาพแบบผสมของคอนเดนเซอร์และดิฟฟูเซอร์

1. แหล่งกำเนิดแสง (Enlargeng Lamp) ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงในเครื่องอัดขยายภาพ
2. เลนส์กระจายแสง (Condenser Lens) ทำหน้าที่กระจายแสงให้ทั่วฟิล์มเนกาตีฟ
3. ที่ใส่ฟิล์มเนกาตีฟ (Negative Carrier) มีลักษณะเป็นแผ่นกระจกปิดท้ายกันเพื่อป้องกันฟิล์มม้วน
4. เลนส์ขยายภาพ (Lens) ทำหน้าที่รับแสงที่ส่องภาพฟิล์มเนกาตีฟแล้วขยายให้ได้ภาพขนาดใหญ่ขึ้น
5. ปุ่มปรับโฟกัส (Focusing Control) ทำหน้าที่เลื่อนเลนส์ขยายภาพให้เกิดภาพที่คมชัดบนกระดาษอัดภาพ
6. แผ่นวางกระดาษ (Box Board) สำหรับวางกรอบ (Frame) ยึดกระดาษอัดรูปในขณะอัดขยายภาพ
7. กรอบวางกระดาษอัดภาพ (Frame) ใช้สำหรับยึดกระดาษอัดภาพในขณะอัดขยายภาพมิให้เคลื่อนที่
8. ปุ่มปรับสูงต่ำของเครื่องอัดขยาย (The Height Adjustment) มีหน้าที่สำหรับเลื่อนเครื่องอัดขยายภาพให้สูงขึ้นหรือต่ำลง เพื่อใช้ในการอัดขยายภาพให้มีขนาดต่าง ๆ กันได้
9. สวิตซ์ตั้งเวลาอัตโนมัติ (Timer) มีหน้าที่กำหนดการฉายแสงไปยังกระดาษอัดภาพตามเวลาที่เรากำลังต้องการ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ของ เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น



ภาพประกอบ 4 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องอัดขยายภาพ

หลักการทางวิทยาศาสตร์ของ เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น

หลักการทางวิทยาศาสตร์ของ เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น (ดูแผนภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นประกอบ) เริ่มจากเลนส์รวม ชุด A ซึ่งมีความยาวโฟกัส 30 cm. เมื่อได้รับแสงจากหลอดไฟจะทำหน้าที่รวมแสงให้แสงมีความเข้มมากขึ้นและตกกระทบบนเลนส์ชุด B ซึ่งประกอบด้วยเลนส์นูนหน้าเดียว 2 อันแต่ละอันมีความยาวโฟกัส 15 cm. จะทำหน้าที่เกลี่ยแสงให้แสงที่ส่องมามีลักษณะขนานกันเหมือนลำแสงที่ส่องมาจากดวงอาทิตย์ผ่านฟิล์มเนกาตีฟที่ต้องการอัดขยายภาพ ลำแสงดังกล่าวจะตกกระทบบนเลนส์ขยายภาพ ซึ่งมีความยาวโฟกัส 2.4 cm. และจะทำให้เกิดภาพขนาดขยายและ

ปรับความคมชัดของภาพ ให้ตรงกับกระดาษอัดภาพพอดี ในการสร้างเครื่องอัดขยายภาพขาวดำ
ในครั้งนั้นผู้สร้าง ได้เลือกเครื่องอัดขยายภาพขาวดำแบบสมิตคอน เคน เซอร์และคิฟัว เซอร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทดแทน

1. ความหมายของอุปกรณ์ทดแทน

ได้มีผู้ให้ความหมายของอุปกรณ์ทดแทนไว้หลายความหมายด้วยกัน เช่น ,ธงชัย
ทิวปรีชา และคณะ ฯ (2526 : 209) ได้ให้ความหมายของอุปกรณ์ทดแทนไว้ว่า อุปกรณ์
ทดแทน หมายถึง อุปกรณ์ที่ครูและนักเรียนร่วมกันจัดสร้างขึ้นใช้เองจากวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุที่
มีในท้องถิ่น เพื่อทดแทนอุปกรณ์ที่ต้องซื้อจากร้านขายอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สมจิต สวธน์ไพบูลย์
(2526 : 145) ได้ให้แนวคิดและความหมาย สอดคล้องกับที่กล่าวมาแล้ว คือสื่อการเรียน
การสอนวิทยาศาสตร์นั้น มีอุปกรณ์จำนวนมากที่ครูและนักเรียนอาจจะประดิษฐ์ขึ้นใช้เองจากวัสดุ
เหลือใช้ และวัสดุในท้องถิ่น ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนทดแทนเกี่ยวกับ
อุปกรณ์ของบริษัท ห้างร้านที่จำหน่ายอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากวัสดุเหลือใช้
หรือวัสดุท้องถิ่นนี้เรียกว่า อุปกรณ์ทดแทน

ส่วนอริพร ศรียมก (2523 : 208) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับสื่อการสอนใน
ท้องถิ่นไว้ว่า สื่อการสอนในท้องถิ่นคือ การทำทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถหาได้ในชุมชนนั้นมา
ประดิษฐ์เป็นสื่อการสอน สื่อการสอนที่ดีไม่จำเป็นต้องมีราคาแพงหากแต่ควรจะเป็นสิ่งที่หาได้
หรือประดิษฐ์ได้ ครูอาจแสวงหาความร่วมมือจากชุมชนเพื่อผลิตสื่อการสอนในท้องถิ่นได้

นอกจากนี้ ชาร์มา (Sharma, 1982 : 261) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับ
อุปกรณ์ทดแทนไว้ อุปกรณ์ทดแทน หรืออุปกรณ์ราคาถูก (Low Cost Material) หมายถึง
อุปกรณ์ที่ผลิตได้จากวัสดุในบ้านหรือในท้องถิ่น ซึ่งอาจผลิตโดยครู นักเรียน หรือสมาชิกในชุมชน
แทนที่จะต้องซื้ออุปกรณ์ด้วยราคาแพง มาใช้ประกอบการเรียนการสอน

จากแนวคิดและความหมายที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ พอจะสรุปได้ว่า อุปกรณ์ทดแทน
หมายถึง อุปกรณ์การสอนที่ครู นักเรียน หรือสมาชิกในชุมชนได้สร้างขึ้นหรือร่วมกันสร้างขึ้น
โดยใช้วัสดุเหลือใช้ในบ้าน วัสดุที่ได้เปล่า วัสดุราคาถูก ที่มีในท้องถิ่น เพื่อใช้ประกอบ
การเรียนการสอน เป็นการทดแทนอุปกรณ์ที่ต้องซื้อจากร้านขายอุปกรณ์

2. คุณค่าของอุปกรณ์ทดแทน

ได้มีผู้กล่าวถึงคุณค่าของอุปกรณ์ทดแทนไว้หลาย ๆ ด้าน เช่น ถึงที่ ยี่ ชัยปรีชา และคนอื่น ๆ (2526 : 209 - 210) กล่าวว่า การทำอุปกรณ์ทดแทนนั้น โดยทั่วไปจะช่วยประหยัดงบประมาณการซื้ออุปกรณ์ลง ได้มาก และเหมาะสมกับบทเรียนที่สอน มากกว่าอุปกรณ์ที่จัดที่เดิม เพราะครูมีลูกแบบย่อมทราบได้ว่า ตนเองต้องการำขึ้นเรื่องใด อย่างไร จึงสามารถออกแบบอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวิธีสอนของตนเองได้ดีที่สุด และถ้าครูและนักเรียนได้ร่วมกันวางแผนและสร้างอุปกรณ์แล้ว จะเป็นการช่วยปลูกฝังค่านิยมในการคิด ประดิษฐ์ด้วยตนเอง ทำให้เกิดเจตคติว่า การสร้างเครื่องมือ หรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่ เฉพาะนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเท่านั้นที่จะทำได้ ใคร ๆ ก็สามารถคิดและประดิษฐ์ขึ้นได้ นอกจากนี้ อุปกรณ์ทดแทนนอกจากครูจะเป็นผู้ออกแบบแล้ว ควรฝึกให้นักเรียนออกแบบด้วย ตนเองด้วย เป็นการฝึกความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความเป็นนักประดิษฐ์ให้เกิดขึ้นในตัว นักเรียนได้เป็นอย่างดี

โช สาลีนัน (2523 : 3) ให้แนวคิดเกี่ยวกับคุณค่าของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ ประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ และวัสดุในท้องถิ่น สรุปได้ว่าอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเองนี้จะสอดคล้องกับ แผนการสอนในบทเรียนต่าง ๆ ได้ดี และทำให้เกิดความคิดใหม่ ๆ ในการประดิษฐ์ นอกจาก นี้ยังทำให้บุคคลเห็นคุณค่าของทุกสิ่งทุกอย่างว่ามีประโยชน์ จะไม่ทิ้งสิ่งของต่าง ๆ โดยเปล่า ประโยชน์ มีความรักในสิ่งของ นิสัยมัธยัสถ์ รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ ความเพลิดเพลินในการประดิษฐ์รักษาความเป็นระเบียบเป็นผู้นำงานอย่างมีระบบรู้จักแก้ไข ปัญหา รักการประดิษฐ์ เป็นคนมีเหตุผลที่ดี เป็นต้น

นอกจากนี้ ชาร์มา (Sharma. 1982 : 264 - 265) ได้กล่าวถึงคุณค่าของ อุปกรณ์ทดแทน หรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ราคาถูกไว้ สรุปได้ดังนี้คือ

1. คุณค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) อุปกรณ์ทดแทนจะช่วยประหยัด งบประมาณได้มาก เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านั้นประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ในบ้าน วัสดุราคาถูกและ วัสดุได้เปล่าในท้องถิ่น ทั้งยังผลิตได้จำนวนมาก เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

2. คุณค่าทางวิชาการ (Educational and Psychological Value) อุปกรณ์ทดแทนจะทำให้ให้นักเรียนมีความรู้สึกถึงในหลักการต่าง ๆ เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างในทางที่มีประโยชน์ และเมื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้าง

อุปกรณ์จะทำให้นักเรียนรู้สึกว่าได้ประสบความสำเร็จในการทำงาน มีความเชื่อมั่นในตนเอง
ซึ่งเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ต่อไป

3. คุณค่าทางสังคม (Social Value) อุปกรณ์ทดแทนจะทำให้ให้นักเรียนรัก
การทำงานด้วยการใช้ฝีมือของตนเอง มีเจตคติที่จะพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพชีวิตของตนและสังคม
จากคุณค่าของอุปกรณ์ทดแทนที่ได้กล่าวมาแล้วนี้เห็นได้ว่า อุปกรณ์ทดแทนให้คุณค่า
ในหลาย ๆ ด้าน คือ ในด้านตัวนักเรียน อุปกรณ์ทดแทนจะช่วยเสริมสร้างความรู้ที่ลึกซึ้ง
เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ มีความเชื่อมั่นในตนเอง และเห็นคุณค่าของทรัพยากรท้องถิ่น
ของตน ในด้านเศรษฐกิจ อุปกรณ์ทดแทนจะช่วยประหยัดรายจ่าย ประหยัดงบประมาณของ
โรงเรียนไปได้มากและในด้านการเรียนการสอนครูจะได้ใช้อุปกรณ์ที่สอดคล้องกับวิธีสอนของตน
และเหมาะสมกับผู้เรียน อันเป็นทางเสริมสร้างประสิทธิภาพของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
ทางหนึ่ง

3. ความมุ่งหมายในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

การสร้างอุปกรณ์ทดแทนประกอบการเรียนการสอนนั้น สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ
การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ทดแทนนี้ด้วย ทั้งนี้เพื่อประโยชน์หลาย
ประการ ดังที่ สมจิต สวอนไพบูลย์ (2526 : 145) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์หลักของการให้
นักเรียนมีส่วนร่วมในการประดิษฐ์อุปกรณ์ทดแทนไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการออกแบบการประดิษฐ์อุปกรณ์
2. เพื่อให้นักเรียน เกิดความสนใจในงานอดิเรกด้านวิทยาศาสตร์
3. เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการ

วิทยาศาสตร์

5. เพื่อเสริมสร้างคุณสมบัติด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้าน

ความอดทน อุทิศหา รอคอย สุขุม และเป็นคนมีความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน

นอกจากนี้ ธงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ (2526 : 209 - 210) ได้

กล่าวถึงความมุ่งหมายในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนไว้ ซึ่งสรุปได้ 5 ประการ คือ

1. เพื่อให้มีอุปกรณ์เพียงพอกับจำนวนนักเรียน
2. เพื่อประหยัดรายจ่าย

3. เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการสอนของครู
 4. เพื่อปลูกฝังค่านิยมในการคิดประดิษฐ์สิ่งของด้วยตนเอง
 5. เพื่อฝึกความคิดสร้างสรรค์
4. ขั้นตอนของการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

1.ท สาส์น (2523 : 4 - 5) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนที่ควรใช้ในการสร้างและประดิษฐ์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ว่า มีหลักเกณฑ์ที่ต้องคำนึงถึงและปฏิบัติ 5 ขั้นตอน คือ

1. ต้องทราบหลักการทำงาน (Functions) ของเครื่องมือที่จะสร้างขึ้นนั้นเสียก่อนว่าจะให้เครื่องมือชิ้นนั้นทำงานอย่างไร
2. เลือกวัสดุที่จะใช้ออกแบบสร้างจะต้องเลือกวัสดุที่มีอยู่แล้วหรือหาได้ง่ายเมื่อใช้วัสดุที่เลือกแล้วควรจะทำให้เครื่องมือทำงานได้ดี สะดวกในการใช้การปฏิบัติ การเก็บรักษาสะดวก และมีความคงทนถาวร

3. ดำเนินการออกแบบสร้าง เมื่อเลือกวัสดุได้แล้ว ก็ต้องนำมาพิจารณาออกแบบเพื่อที่จะให้เครื่องมือทำงานได้ตามต้องการ จะตัด ต่อ เจาะ หรือทำอะไร ต้องคำนึงอย่างรอบคอบมิฉะนั้นจะทำให้สิ้นเปลืองวัสดุเมื่อคิดได้รูปร่างลักษณะที่ค่อนข้างแน่นอนแล้วก็เขียนรูปอย่างคร่าว ๆ ได้ พิจารณาใหม่หลาย ๆ ครั้งว่า ควรจะดัดแปลงแก้ไข ปรับปรุงอะไรอีกบ้าง จนได้แบบที่แน่นอนแล้วจึงเขียนรูปแสดงสัดส่วนรายละเอียดต่าง ๆ เอาไว้ จากนั้นเราก็เริ่มสร้างตามแบบที่เขียนไว้จนเสร็จเรียบร้อย

4. ทำการตรวจสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้นว่าทำงานได้ผลดีเพียงไร โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นทดลองการทำงานพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลไว้ ทดลองหลาย ๆ ครั้งเปรียบเทียบผลจากข้อมูลที่บันทึกไว้ของแต่ละครั้งถ้า ได้ผลตรงกันทุกครั้งตรงตามความต้องการแสดงว่าการออกแบบเครื่องมือชิ้นนี้ ถ้าได้ผลใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าการออกแบบนั้นดีพอใช้ถ้าได้ผลต่างกันมากแสดงว่าการออกแบบนั้นยังไม่ดีจะต้องดัดแปลงและปรับปรุงแก้ไขใหม่

5. ทำการปรับปรุงแก้ไข จนกว่าจะได้ผลดี ถ้าเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้น เมื่อนำไปทดลองแล้วผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อนมาก ต้องนำเครื่องมือชิ้นนั้นมาแก้ไขใหม่หาสาเหตุว่าอะไรบ้างที่อาจจะทำให้ผลของการทดลองมีความคลาดเคลื่อนแล้วลองแก้ไขตรวจสอบตามขั้นที่ 4 อีกจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ

วาสนา ชาวพา (2524 : 119) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์
อย่างง่ายดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเนื้อหาวิชาหรือรายละเอียดในบทเรียนให้ลึกซึ้งเสียก่อน เพื่อนำ
ความรู้ไปออกแบบอุปกรณ์การสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับบทเรียนหรือหลักสูตร
2. ร่างแบบคร่าว ๆ แล้วพิจารณาหลาย ๆ ครั้ง ว่าควรปรับปรุงแก้ไขหรือ
ตัดแปลงอย่างไรบ้าง เมื่อได้แบบที่แน่นอนแล้ว จึงเขียนเป็นรูปแบบแสดงรายละเอียดและสัด
ส่วนอย่างชัดเจน
3. เลือกวัสดุที่จะใช้อุปกรณ์การสอนอย่างง่าย ให้เหมาะสมกับแบบที่เขียนไว้
วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก มีความคงทนถาวร เมื่อนำมาใช้ทำอุปกรณ์การสอนแล้ว
สามารถใช้ได้ดี สะดวกในการใช้ การปฏิบัติ และเก็บรักษา
4. สร้างอุปกรณ์การสอนตามแบบที่เขียนไว้ในข้อ 2 โดยคำนึงถึง
ความเรียบร้อยประณีต และถูกต้องตรงตามแบบที่เขียนไว้ทุกประการ
5. ตรวจสอบอุปกรณ์การสอนที่สร้างเสร็จแล้วว่า ใช้ได้ผลดีเพียงใด โดยนำ
อุปกรณ์การสอนที่สร้างขึ้นนั้นมาทดลองใช้ และจดบันทึกข้อมูลไว้ กระทำหลาย ๆ ครั้ง เปรียบ
เทียบผลจากข้อมูลที่บันทึกไว้ในแต่ละครั้งว่า ได้ตรงกัน ใกล้ เคียงกันหรือต่างกันมากน้อยเพียงไร
ถ้าได้ผลตรงกันทุกครั้ง แสดงว่าการออกแบบอุปกรณ์การสอนนั้นดี ถ้าได้ผลใกล้เคียงกัน
แสดงว่าการออกแบบอุปกรณ์นั้นอยู่ในเกณฑ์พอใช้ แต่ถ้าได้ผลต่างกันมากแสดงว่าการออกแบบยังไม่
ดีพอ ควรได้รับการแก้ไขปรับปรุงหรือตัดแปลงจนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจและเชื่อถือได้จึง
จะนำอุปกรณ์การสอนนี้ไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างมีใจและมีประสิทธิภาพ
ซึ่งเป็นผลดีต่อการเรียนการสอนอุปกรณ์การสอนที่นำไปใช้แล้ว เกิดขัดข้องหรือไม่เป็นไปตามที่
คาดหมายไว้ก็จะทำให้เสียเวลา ต้องแก้ไขปรับปรุงในขณะที่ทำการสอน เป็นสาเหตุให้นักเรียน
เบื่อหน่าย และขาดความเชื่อมั่นในตัวครู ซึ่งเป็นผลเสียต่อบุคลิกภาพและการสอนของครูใน
โอกาสต่อ ๆ ไป

ชาร์มา (Sharma, 1982 : 262 - 263) ได้เสนอขั้นตอนของการสร้าง
อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย จุดมุ่งหมายของอุปกรณ์ที่จะสร้างขึ้นนี้ต้องคำนึงถึง
ความรู้ ทักษะ และเจตคติ และเหมาะสมกับผู้ใช้ด้วย

2. เตรียมการออกแบบ โดยคำนึงถึงชนิดของวัสดุ ราคา ความคงทน และวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น

3. สร้างอุปกรณ์ โดยนักเรียน ครู ผู้เชี่ยวชาญ หรือร่วมมือกันระหว่างกลุ่มบุคคลแต่ละฝ่ายที่อยู่ในชุมชน

4. ทดลองใช้อุปกรณ์ เพื่อหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไข

5. ดำเนินการผลิต

จากแนวคิดและข้อเสนอแนะขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างอุปกรณ์ราคาถูก หรืออุปกรณ์อย่างง่ายนั้น พอจะสรุปเป็นแนวทางได้ว่า ขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย หรือจุดประสงค์การเรียนรู้
3. สืบหาวัสดุในท้องถิ่นที่จะนำมาใช้สร้างอุปกรณ์
4. สร้างอุปกรณ์
5. ทดลองใช้
6. ประเมินผล
7. ปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

5. แหล่งวัสดุทดแทน

แหล่งวัสดุที่จะนำมาใช้สร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์นั้นมีมาก และมีอยู่รอบตัวเรา ดังที่ โช สาลีสัน (2523 : 16 - 18) ได้กล่าวถึงแหล่งวัสดุที่นำมาใช้สร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ภายในบ้าน เช่น ถ่านไฟเก่า ๆ เศษสายไฟ เศษสังกะสี เศษไม้ เศษกระดาษ กล้องยาสีฟัน จุกปิดหลอดยาสีฟัน แปรงสีฟัน ขวดแก้ว ขวดพลาสติก ขวดน้ำมันพืช กระป๋องนม กระป๋องไอวอลติน ขามแตก หลอดกาแฟ ขลุ่ยพลาสติก กระดาษตะกั่วของบุหรี่ ปากกาลูกลื่นที่ใช้แล้ว หลอดไฟที่เสียแล้ว ฯลฯ

2. ภายในโรงเรียน เช่น ไม้ปากกาที่ใช้หมดแล้ว หลอดแก้ว หลอดพลาสติก ขลุ่ยพลาสติก ขวดแตก หลอดไฟที่เสียแล้ว เศษกระดาษ เป็นต้น

3. ภายในร้านค้า เช่น ร้านขายอาหาร ร้านกาแฟ ร้านขายของต่าง ๆ วัสดุเหลือใช้ที่ขอบริจาคได้ เช่น ขลุ่ยพลาสติก กระป๋องนม กระป๋องไอวอลติน ขวดเบียร์ ขวดยา

บาร์กัวลิ่ง ถ้วยใส่ไอศกรีม ขาดน้ำมันพืช ไหลแตก ขวดพลาสติกต่าง ๆ ผาขวดน้ำอัดลมขาด
ใส่ขนมหรือแกง ฯลฯ

4. โรงพยาบาล สิ่งที่จะได้รับ เช่น ขาดน้ำเกลือ ขาดน้ำเกลือ กระบอกฉีด
ยาพลาสติก ขาดยาต่าง ๆ ขาดผงขัดห้องน้ำ ฯลฯ

5. จากงานเลี้ยง วัสดุที่หาได้ เช่น แก้วแตก ขวดเบียร์ ขวดสุรา กระป๋อง
เบียร์ หลอดกาแฟ หลอดไฟเสีย กระป๋องนม ฯลฯ

6. วัสดุในท้องถิ่น วัสดุในท้องถิ่นที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น แร่ธาตุต่าง ๆ หิน
ต้นไม้นานาชนิด แมลง ไม้ไผ่ ปลานานาชนิด ฯลฯ

7. ขอบริจาคจากองค์การ สมาคม มูลนิธิ บริษัท และห้างร้าน เช่น องค์การ
ยูนิเซฟ มูลนิธิเอเชีย สำนักข่าวสารต่าง ๆ

8. จากโรงงานต่าง ๆ เช่น ข่อยเปลือก เศษไม้ จากโรงเลื่อยไม้ ขอบกลบ
จากโรงสี ขอบกระบอกสูบ ลูกสูบ เครื่องยนต์เก่า ๆ จากตู้ซ่อมรถ

9. จากที่สาธารณะ เช่น เปลือกหอย หิน ทราบ จากชายทะเล ขวดต่าง ๆ
กระป๋อง เศษไม้ เศษโลหะ เศษสายไฟที่ทิ้งอยู่ตามถนน

จากตัวอย่างดังกล่าวนี้ เห็นได้ว่า ครู จะสามารถหาวัสดุอุปกรณ์จากแหล่ง
ต่าง ๆ ได้รอบตัว ทั้งที่มีอยู่ในบ้าน และในท้องถิ่นของตน

6. สิ่งที่ควรพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

การสร้างอุปกรณ์ทดแทนหรืออุปกรณ์ที่ประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นนั้น จากรายงาน
การสัมมนาเรื่องอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของกลุ่มประเทศเขตเอเชีย (Report of a
Regional Seminar in Asia. 1973 : 14) ได้กล่าวถึงสิ่งที่ควรนำมาพิจารณาในการ
สร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

1. จำเป็นต่อการเรียนหรือไม่
2. ทนทานหรือไม่
3. เก็บรักษาได้ง่ายหรือไม่
- 4.ปลอดภัยในการใช้หรือไม่
5. น่าสนใจหรือไม่
6. ราคาแพงหรือไม่

ชาร์มา (Sharma, 1982 : 261 - 262) ได้ให้แนวทางพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. วัสดุ หรือวัตถุดิบที่ได้มาแล้ว หรือราคาต่ำ หรือที่มีอยู่ในท้องถิ่น
 2. อุปกรณ์นั้น ไม่ต้อง ใช้ความชำนาญมากเป็นพิเศษในการประกอบและอาจทำได้โดยนักเรียน ครู หรือสมาชิกในชุมชน
 3. อุปกรณ์นั้นต้องนำไปสู่ความเข้าใจในจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และง่าย
 4. กระบวนการในการสร้างอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องง่ายไม่ยุ่งยาก และราคาถูก
 5. อุปกรณ์นั้นต้อง ไม่ซับซ้อน ให้ผลถูกต้อง เทียบตรงกับระดับของผู้ใช้ หรือระดับของนักเรียน
 6. อุปกรณ์นั้นต้องกระตุ้นความคิด การตอบสนอง การอภิปราย การทดลอง และการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม
 7. อุปกรณ์นั้นต้องไม่ทำให้เขา (Distraction) หรือทำให้เกิดความสับสน (Conflict) หรือทำให้มีความลำเอียง (Bias)
 8. การผลิตอุปกรณ์นั้นไม่สิ้นเปลืองเวลามาก
- โท สาลิจัน (2523 : 10 - 12) ได้ให้แนวคิดว่า อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้น ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้
1. รูปร่างลักษณะต้องจูงใจ ถ้ารูปร่างจูงใจ จะมีผลต่อการเรียนการสอนมาก เพราะเมื่อครูนำเครื่องมือเข้าไปในห้องเรียน นักเรียนมองเห็นก็จะเริ่มสนใจ อยากรู้ว่าเครื่องมือนี้จะใช้ทำอะไร มีผลอย่างไร ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจเรียนมากขึ้น ผลของการเรียนการสอนก็จะได้ผลเต็มที่
 2. ต้องทำงานได้ (Functions) ตามต้องการ ถ้าเครื่องมือไม่ทำงานต้องเสียเวลาแก้ไขขณะเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ความสนใจการเรียนจะลดลง
 3. สะดวกในการใช้และปฏิบัติ เพื่อจะได้มีความคล่องตัวในการใช้และทดลอง ไม่เกะกะ ไม่เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย มีความปลอดภัยแก่ครูและนักเรียน
 4. มีความคงทนถาวร อุปกรณ์ที่มีความคงทนถาวร จะมีอายุการใช้ได้นานเป็นการประหยัด ไม่ต้องจัดซื้อจัดทำบ่อย ๆ

5. วัสดุที่สร้างควรเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย เพื่อว่าเมื่อออกแบบเสร็จแล้วจะได้สร้างได้ทันที ถ้าวัสดุหาได้ยาก หรือหาไม่ได้ก็ไม่มีโอกาสได้สร้าง การออกแบบเครื่องมือนั้นก็ จะสรุปเอาไว้ ไม่เกิดประโยชน์ วัสดุที่หาได้ง่าย ได้แก่ วัสดุที่มีในท้องถิ่น วัสดุเหลือใช้ วัสดุ เหล่านี้นำไปประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการสอนได้ดี

6. วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุราคาถูก ทั้งนี้เนื่องจากในโรงเรียนส่วนใหญ่ มีงบประมาณค่าใช้จ่ายในเรื่องนี้น้อยมาก ถ้าเราออกแบบที่ใช้วัสดุราคาสูงสร้างก็จะมี เงินซื้อวัสดุเพียงพอแก่การสร้าง ถ้าใช้วัสดุราคาแพง ก็จะไม่เงินพอและอาจไม่ได้สร้างก็ได้ การให้วัสดุราคาถูกเป็นการประหยัดเงินของโรงเรียน และยังทำให้สร้างอุปกรณ์ได้จำนวน มากขึ้นอีกด้วย

7. ควรใช้งานได้หลายอย่างเพื่อจะได้คุ้มค่าแก่การสร้าง สิ้นเปลืองน้อยและ ไม่เปลืองที่เก็บรักษา

8. สะดวกในการเก็บรักษา ควรออกแบบให้มีรูปร่างกระชับรัด อาจทำขึ้นส่วน เป็นชุด และถอดเก็บได้สะดวก แต่ไม่ควรมีจำนวนชิ้นมากเกินไป จะตกหายได้ง่าย

9. มีเสถียรภาพดี เพื่อจะได้ไม่ล้มง่าย ทำให้ไม่ชำรุด ไม่เสียเวลาซ่อม จึงควรออกแบบให้มีจุดศูนย์ถ่วงอยู่ในฐานตั้ง และต่ำใกล้ฐาน จึงจะมีเสถียรภาพดี

10. เวลาสาธิตหรือปฏิบัติการทดลองต้องให้ผู้เรียนมองเห็นและสังเกตได้ ชัดเจนดังนั้นอุปกรณ์ที่สร้างต้อง ไม่เล็กเกินไป ชิ้นส่วนประกอบต้อง ไม่บวมกัน

อิทธิพนรอก (2533 : 35) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ศูนย์เรคแคม (RECSAM) ได้ให้ข้อคิดและคำแนะนำในการออกแบบอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับ โรงเรียน ดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ออกแบบจะต้องดึงดูดความสนใจ (Attractive) โดยจะเน้น สีสรรให้เกิดความรู้สึกน่าจับ น่าสนใจทดลอง อยากนำไปใช้ วัสดุบางอย่าง เช่น พลาสติกที่มีสี ต่าง ๆ อยู่ในตัวเองแล้ว ถ้ามองในแง่ความสวยงาม พลาสติกมีสีสวยงามน่าใช้

2. อุปกรณ์ทุกชนิดที่ออกแบบ จะต้องคำนึงถึงการประหยัด โดยควรให้ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ชุดอื่น ๆ ได้

3. อุปกรณ์ที่ออกแบบควรคำนึงถึงความแข็งแรง ทนย้ายได้สะดวกไม่เสียหาย หรือหลุดง่าย ถอดออกได้สะดวก ประกอบเข้าเป็นชิ้นงานอุปกรณ์ได้ง่าย เพื่อความเรียบร้อย ในการขนย้าย

4. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ควรพิจารณาเรื่องความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญ
ควรมีคำแนะนำให้ระวังอันตรายด้วย

5. ควรออกแบบให้คำนึงถึงว่าอุปกรณ์นั้นควรจัดให้เป็นหมวดหมู่แยกการ
หยิบนำมาใช้ ไม่ใช่อยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบ
ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

วาสนา พานา (2524 : 110 - 111) ได้กล่าวว่า ลักษณะที่ดีของอุปกรณ์
การสอนอย่างง่าย ควรมีลักษณะดังนี้

1. แสดงเรื่องราวหรือเนื้อหาสาระถูกต้องตรงกับความเป็นจริงและ
สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของบทเรียน
2. มีลักษณะที่เหมาะสมกับวัย ความสนใจ และประสบการณ์ของผู้เรียนมากที่สุด
ซึ่งทำให้ผู้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น
3. มีลักษณะหรือการออกแบบที่ดึงดูด และเร้าความสนใจของผู้เรียน ทำให้
ผู้เรียนอยากทราบว่าอุปกรณ์การสอนนั้นจะแสดงอะไร และมีผลอย่างไร ช่วยให้ผู้เรียนมีความตั้งใจ
เรียนมากยิ่งขึ้น
4. สามารถใช้งานได้ตรงตามลักษณะของอุปกรณ์นั้น ๆ (Function) ต้องใช้
งานได้ดี และสม่ำเสมอ จะได้ไม่ต้องเสียเวลาแก้ไขในขณะที่สอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิด
ความเบื่อหน่าย และขาดความสนใจในบทเรียนนั้น ๆ
5. วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุราคาถูก หรือวัสดุเหลือใช้ เพราะจะทำให้ประหยัด
ค่าใช้จ่ายและยังสามารถสร้างได้จำนวนมากขึ้นด้วย เนื่องจากโรงเรียนส่วนใหญ่มีงบประมาณ
ในการทำอุปกรณ์การสอนน้อยมาก นอกจากนั้นต้องพิจารณาว่าวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุราคาถูกนั้น
ควรมีอยู่ในท้องถิ่น
6. มีขนาดที่พอเหมาะ ไม่ใหญ่เกินไป เนื่องจากไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย
และการเก็บรักษาเพราะเปลืองเนื้อที่ และไม่ควรเล็กเกินไป ผู้เรียนจะไม่สามารถมองเห็น
ได้ชัดเจน จึงควรให้มีขนาดพอเหมาะกับกลุ่มของนักเรียน
7. สะดวกในการใช้และเก็บรักษา เนื่องมาจากการออกแบบที่เหมาะสม
รูปร่างกระทัดรัด เหมาะแก่การปฏิบัติ และลดอุบัติเหตุอันอาจเกิดขึ้นได้

8. มีความคงทนถาวรพอควร ไม่ชำรุดเสียหายง่าย เพราะอุปกรณ์ที่คงทนถาวรจะช่วยให้ประหยัดค่าที่จำวนจะต้องสูญเสียกับการสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาทดแทนอุปกรณ์ที่แตกหักเสียหายอยู่เรื่อย ๆ

9. ควรใช้งานได้หลายอย่างในการออกแบบอุปกรณ์ควรให้ใช้งานได้อย่างน้อยอย่างหนึ่ง และสามารถดัดแปลงไปใช้กับอุปกรณ์การสอนอื่นได้ง่าย จึงจะได้ผลคุ้มค่า และไม่เปลืองเนื้อที่ในการเก็บรักษาอีกด้วย

10. ควรเป็นอุปกรณ์การสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด

จากแนวทางการพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์ของผู้เชี่ยวชาญการสร้างและออกแบบอุปกรณ์ดังกล่าวแล้วนี้ พอจะสรุปเป็นหลักการในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนได้ 10 ประการ ดังนี้

1. ประหยัดรายจ่าย โดยใช้วัสดุที่ได้เปล่า วัสดุราคาถูก ที่มีในท้องถิ่น
2. ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้ความชำนาญเป็นพิเศษในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนนี้อาจทำได้โดยครู นักเรียน หรือสมาชิกในชุมชน
3. นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุป หรือหลักการได้ง่ายและมีประสิทธิผล
4. อุปกรณ์นี้ต้องพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เพียงตรง เหมาะสมกับระดับผู้เรียน
6. มีความคงทนถาวร
7. ใช้สะดวก และปลอดภัย
8. การสร้างอุปกรณ์ไม่สิ้นเปลืองเวลามาก
9. ชำรุดแล้วซ่อมเองได้ด้วยตัวครู หรือนักเรียน หรือสมาชิกในชุมชน
10. เก็บรักษาง่าย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดชุมนุมวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

ชุดิมา วัตะเศศิริ (2536 : 60 - 66) ได้กล่าวถึงความหมายของชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เป็นกิจกรรมนอกหลักสูตร/เสริมหลักสูตรอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นที่รวมของนักเรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกันทำงานศึกษาค้นคว้าปรึกษาและแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ตนสนใจ โดยมีคณะกรรมการดำเนินการตามโครงการ/งาน ที่เห็นชอบร่วมกันและได้รับการอนุมัติจากทางโรงเรียนแล้วภายใต้การแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2. ความจำเป็นและความสำคัญของชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

ชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียน ได้พัฒนาความรู้ทักษะ และทัศนคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีที่สุด วัตถุประสงค์ในห้องเรียน และนอกห้องเรียน ซึ่งอาจกล่าวได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนความเชี่ยวชาญพิเศษมากกว่าในห้องเรียน
2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
3. สร้างทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นต่อตัวนักเรียน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นหมู่คณะตามระบอบประชาธิปไตย
5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
6. นักเรียนจะทำงานเพื่อความสนใจของตนเองและด้วยความสนุกสนาน มีกลวิธีแปลก ๆ ของตนเอง
7. ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนให้ได้ผลดียิ่งขึ้น
8. ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีทักษะในเรื่องของการทดลองและค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
9. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์
10. ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีอาชีพ/รายได้และระหว่างเรียน ได้อาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถ่ายรูป แคมกูสระยะหม ยามมอง ขยายพันธุ์ไม้ ฯลฯ

3. การจัดตั้งชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

ควรดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนดำเนินการควรวางหลักเกณฑ์ในการจัดตั้งนี้

1.1 การเข้าร่วมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนควรเป็นไปด้วยสมัครใจ

1.2 การแนะนำให้นักเรียนเข้าร่วมชุมนุมฯ ถือว่าเป็นหน้าที่อย่างหนึ่ง และเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ทุกคน

1.3 ควรให้มีการนิเทศให้ความรู้แก่ครูวิทยาศาสตร์ทุกคนเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ตลอดจนรับทราบและหน้าที่ในการปฏิบัติ

1.4 ควรคัดเลือกครูที่มีคุณภาพเป็นที่ปรึกษาและควรให้โอกาสนักเรียนได้เลือกครูที่ปรึกษา ได้อย่างน้อยแล้ว โรงเรียนควรจะต้องจัดให้เป็นทางการ พร้อมกำหนดกรอบของงานอย่างชัดเจน

1.5 เรื่องของการเงิน

1.5.1 สมาชิกควรเสียเงินหรือไม่ เก็บเท่าไร เมื่อใด

1.5.2 รายได้พิเศษจะมีโอกาสได้บ้างหรือไม่

1.5.3 ทำอย่างไรกับเงินที่มีในชุมนุมฯ

1.5.4 เงินเหล่านี้จะใช้จ่ายไปในทางใดบ้าง

1.6 การขาดจากสมาชิกภาพ มีเหตุใดบ้างที่จะทำให้ขาดจากสมาชิกภาพได้

1.7 กรรมการ

1.7.1 ควรเลือกเมื่อใด

1.7.2 กรรมการชุดหนึ่งอยู่ได้นานเท่าใด

1.7.3 มีกรรมการอะไรบ้าง มีได้กี่คน มีหน้าที่อะไรบ้าง

1.7.4 กรรมการจะถูกคัดเลือกออก ลาออกได้อย่างไร

1.7.5 จะเลือกตั้งซ่อมกรรมการตามข้อ 1.7.4 ได้หรือไม่

และอย่างไร

1.8 แผนงานธุรการ ควรมีวิธีการอย่างไรบ้าง และทำอะไรบ้าง

1.9 แผนงานทางวิทยาศาสตร์

1.9.1 จะมีกิจกรรมแปลก ๆ อะไรบ้างและกี่ชนิด

1.9.2 ใครจะเป็นผู้ตัดสินจากกำหนดการเหล่านี้

1.10 ระเบียบข้ออื่น ๆ อีกที่เห็นว่าจำเป็น

ในการประชุมครั้งแรกนี้ กรรมการที่ประชุมถือว่าเป็นกรรมการชั่วคราว และกรรมการชุดนี้จะร่างระเบียบต่าง ๆ และข้อบังคับให้ชุมนุมเพื่ออภิปรายกันในการประชุมครั้งที่สอง โดยการออกเสียงแล้วเลือกกรรมการถาวรดำเนินงานต่อไป

2. ประกาศเชิญชวนให้นักเรียนเข้าร่วมเป็นสมาชิกชุมนุม และกำหนดวันเวลาเชิญประชุมเพื่อจุดประสงค์ 2 ประการ คือ (ดำเนินโดยคณะกรรมการชั่วคราวภายใต้การดูแลและแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา)

2.1 เพื่ออภิปรายร่างระเบียบและข้อบังคับของชุมนุมที่กรรมการชั่วคราวร่างขึ้นแล้วสรุปเพื่อจะได้นำไปใช้ต่อไป

2.2 เลือกตั้งประธานชุมนุมฯ และกรรมการตำแหน่งต่าง ๆ ที่ควรจะมี เช่น ประธานชุมนุมฯ รองประธาน เลขานุการ เหรัญญิก ประชาสัมพันธ์ นายทะเบียน และบรรณารักษ์ เป็นต้น

3. รับสมัครสมาชิกเข้าร่วมชุมนุมฯ ควรมีใบสมัครเพื่อประโยชน์ในการทำทะเบียนสมาชิกและติดตาม

4. ควรให้นักเรียนเลือกครูที่ปรึกษาเพิ่มได้ (ควรให้พอเหมาะกับจำนวนสมาชิก) และทางโรงเรียนควรจะได้แต่งตั้งพร้อมกับครูที่ปรึกษาที่โรงเรียนเลือกให้ดำเนินการด้วย

5. ให้คณะกรรมการดำเนินการตามข้อบังคับและระเบียบของชุมนุมฯ ได้แก่

5.1 มีการประชุม บันทึกการประชุมเป็นหลักฐาน ทุกครั้งที่มีการประชุมต้องมีครูที่ปรึกษาเพื่อให้ออกเสนอแนะ (ไม่เป็นผู้ดำเนินการประชุม)

5.2 มีการทำบัญชี รายรับ - รายจ่าย

5.3 มีการวางแผนในรอกีถึงกิจกรรมที่จะจัดขึ้นและดำเนินการตามแผน

5.4 มีการประเมินผลกิจกรรมทุกครั้ง และรายงานให้ทางโรงเรียน

ทราบโดยผ่านหมวดวิชากิจกรรม

5.5 จัดให้มีการเลือกตั้งประธานและกรรมการชุดใหม่ ตามเวทีกำหนดไว้ในข้อบังคับ โดยการเลือกประชุมใหญ่สามัญประจำปี

6. การดำเนินการทำกิจกรรมปกติแล้ว จะไม่ใช้เวลาเรียนโดยไม่จำเป็น และทำกิจกรรมในตอนกลางคืน หากไม่สะดวกหรือไม่ปลอดภัย ไม่ควรจัด

4. ประเภทของชุมนุมวิทยาศาสตร์

ชุมนุมวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ชุมนุมประเภทสามัญ เป็นการจัดชุมนุมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป ซึ่งส่วนใหญ่จะจัดตามสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเรียน เช่น ชุมนุมวิทยาศาสตร์ทั่วไป หรือวิทยาศาสตร์กายภาพ ชุมนุมชีววิทยา ชุมนุมเคมี ชุมนุมฟิสิกส์ เป็นต้น

2. ชุมนุมประเภทเชี่ยวชาญพิเศษ เป็นชุมนุมที่จัดส่งเสริมในด้านงานที่เชี่ยวชาญเฉพาะอย่าง เช่น ชุมนุมถ่ายภาพ ชุมนุมเครื่องร้อนเครื่องบิน ชุมนุมธรรมชาติศึกษา เป็นต้น

5. บุคคลที่มีบทบาทต่อชุมนุมวิทยาศาสตร์

บุคคลที่จะทำให้ชุมนุมวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นและทำให้กิจกรรมชุมนุมไปได้ แค่นั้นและอย่างไร ได้แก่ บุคคล 5 ฝ่าย ต่อไปนี้

1. นักเรียน คือ นักเรียนทุกระดับชั้นของโรงเรียนที่มีความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมที่ทางชุมนุมจัดขึ้น โดยนักเรียนสนใจเองแล้วขอร้องให้ครูวิทยาศาสตร์ช่วยเหลือ (เพราะว่าการดำเนินงานของชุมนุมวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนเป็นผู้ดำเนินงานเอง)

2. ครู หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความสนใจอย่างจริงจัง เพื่อที่จะได้คอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษา

3. ผู้บริหารโรงเรียน ต้องสนับสนุนและอนุมัติให้จัดตั้งชุมนุมวิทยาศาสตร์ได้

4. ผู้ปกครองนักเรียน เพราะผู้ปกครองต้องเข้าใจและสนับสนุน ส่งเสริม เพราะการทำกิจกรรมนั้น นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้มีความพร้อมยิ่งขึ้น ไม่เฉพาะจะเป็นด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่จะได้ในเรื่องการทำงานร่วมกับหมู่คณะ เป็นนักเรียนที่มีความมั่นใจ มีความรับผิดชอบ เป็นต้น

5. ภาระกิจของครูที่ปรึกษาชุมนุม คำนับเป็นส่วนหนึ่งของการภาระกิจรวมของครู (Work Load) และควรลดทอนเวลาสอนลงสอนต้องใช้เวลาในการทำงานมากกว่าปกติ

6. กิจกรรมที่จัดให้ชุมนุมวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะได้มีมาจากความคิดของนักเรียนในชุมนุมภายใต้การแนะนำ การให้ข้อคิดของครูที่ปรึกษาแล้ว ควรคำนึงถึงนโยบายของโรงเรียน กล่าวคือ กิจกรรมที่นักเรียนทำแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อโรงเรียนด้วย เช่น กิจกรรมการประกวดแข่งขันต่าง ๆ เพื่อหาผู้ที่เก่ง/สามารถไปเป็นตัวแทนของโรงเรียนต่อไป เป็นต้น

7. ให้เขียนโครงการโดยร่วมมือกันระหว่างนักเรียนและครูที่ปรึกษาเสนอเพื่อบรรจุกิจกรรมนี้ไว้ในแผนของโรงเรียนต่อไป เพราะในโครงการนั้นจะระบุเรื่องค่าใช้จ่ายที่ทางโรงเรียนให้การสนับสนุนอยู่ด้วย

การดำเนินงาน

1. ผู้บริหารประกาศหรือแถลงนโยบายให้ครู - อาจารย์ ได้ทราบถึงความสำคัญและจุดประสงค์ของการจัดตั้งชุมนุมต่าง ๆ ของโรงเรียน ซึ่งชุมนุมวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งในหลายกิจกรรมที่โรงเรียนจะต้องทำและจะต้องบรรจุไว้ในแผนปฏิบัติการของโรงเรียน ทั้งนี้หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ต้องรับผิดชอบในเรื่องนี้

2. ครูวิทยาศาสตร์ทุกคน ถือว่าเป็นหน้าที่ที่จะต้องประชาสัมพันธ์ และชี้แจงให้นักเรียนได้ทราบและเห็นความสำคัญ ความจำเป็นและประโยชน์ที่จะได้รับของการเข้าร่วมกิจกรรมในชุมนุมวิทยาศาสตร์ เช่น

2.1 ได้ความรู้เมื่อได้ศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติจริง

2.2 ได้ทำงานร่วมกับเพื่อนกับครูที่สำคัญคือ นักเรียนจะได้ฝึกเรื่องความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการทำงานตามกระบวนการวิทยาศาสตร์

3. โรงเรียนคัดเลือกครูที่มีคุณภาพ (โดยหัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์เสนอโรงเรียน) เพื่อทำหน้าที่ หากกลุ่มนักเรียน (ผู้ก่อการ) อย่างน้อย 5 คน และไม่ควรมากเกิน 15 คน ที่สนใจวิทยาศาสตร์มีความเป็นผู้นำ มีความคิดสร้างสรรค์ แล้วจัดประชุมปรึกษาหารือในการจัดตั้งชุมนุม การจัดตั้งชุมนุมเพื่อให้ได้ผลดีนั้น เท่าที่ปฏิบัติกันนั้น การวางระเบียบและเกณฑ์ต่าง ๆ ไว้เป็นหลักปฏิบัติที่แน่นอนนั้นสำคัญมากมีผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุมนุมนักเรียนได้แนะนำรายการคำถามไว้ก่อนที่จะประกาศเป็นชุมนุมนั้น สมาชิกควรได้ทราบคำตอบของคำถามเหล่านั้นเสียก่อน

9. จัดมุมหรือห้องสมุดให้สมาชิกได้มาศึกษาค้นคว้า

3.1 ความมุ่งหมายของชุมนุมวิทยาศาสตร์ของเรามีอะไรบ้าง

3.2 ชุมนุมของเรามีที่อยู่อะไร

3.3 สมาชิกภาพ

3.3.1 ผู้ใดบ้างที่จะเป็นสมาชิกได้

3.3.2 นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามอย่างไรในการเป็นสมาชิก

4. การประชุม

เมื่อไร ที่ไหน จำนวนครั้งต่อไป ใครจะเป็นผู้เรียกประชุมพิเศษได้

5. ชุมนุมและหน่วยงานทั้งภาครัฐบาลและเอกชน ซึ่งจะเป็นแหล่งทรัพยากร ซึ่งจะสนับสนุนให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชุมนุมฯ ประสิทธิภาพสำเร็จ และบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างดียิ่ง

6. กิจกรรมของชุมนุมวิทยาศาสตร์

กิจกรรมของชุมนุมที่จะจัดในแต่ละปีนั้นควรได้วางแผนล่วงหน้า โดยนำไปบรรจุไว้ในแผนงานของโรงเรียน โดยความรับผิดชอบของหมวดวิทยาศาสตร์และหมวดกิจกรรม เพราะมีความจำเป็นในด้านงบประมาณ และความร่วมมือของฝ่ายต่าง ๆ กิจกรรมที่น่าจะทำได้แก่

1. การประชุมของคณะกรรมการบริหารของชุมนุมและอาจารย์ที่ปรึกษา
2. การเชิญวิทยากรมาบรรยาย/สาธิต ให้สมาชิกฟังตามข้อที่สมาชิกสนใจ
3. จัดประเภทหรือแข่งขัน เช่น แข่งขันตอบปัญหา ประกวดเรียงความ แข่งขัน การได้ว่าที่

4. จัดทำเอกสารทางวิชาการ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้แก่สมาชิก

5. จัดบอร์ด หรือจัดนิทรรศการหมุนเวียนตลอดปี

6. จัดกิจกรรมเนื่องในวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ร่วมกับทางโรงเรียน

7. จัดให้สมาชิกช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น เพื่อนช่วยเพื่อน พี่ช่วยน้อง

8. ให้ความรู้โดยจัดฉายภาพยนตร์ ฉายสไลด์ หรือกระจายเสียง

9. จัดมุมหรือห้องสมุดให้สมาชิกได้มาศึกษาค้นคว้า

10. จัดความเคลื่อนไหวของเหตุการณ์ต่าง ๆ จากหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์

11. เก็บปัญหาและคำถามจากสมาชิกแล้วตอบให้สมาชิกทราบ
12. การอภิปรายได้ว่าที่ การแสดงละคร
13. ทักษะศึกษา
14. ทำโครงการวิทยาศาสตร์ สิ่งประดิษฐ์ ทำคำชี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยในประเทศ

เจนวิทย์ ผาสง (2521 : 73 - 46) ได้ศึกษาปัญหาและความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากกลุ่มตัวอย่าง 176 คน ใน 47 โรงเรียนของเขตการศึกษา 11 ปีการศึกษา 2520 ได้พบปัญหาและความต้องการของครู คือ ปัญหาของครู ได้แก่ นักเรียนขาดทักษะในการอ่านและค้นคว้า ขาดตำราและวารสารที่ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ ความต้องการของครูมากที่สุดคือ ต้องการห้องปฏิบัติการที่เป็นสัดส่วนโดยเฉพาะและมีอุปกรณ์สมบูรณ์ ส่วนความเห็นทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์คือ เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรไม่พอ อุปกรณ์การสอนไม่ครบ ด้านการสอนครูให้นักเรียนทำการทดลอง และการประเมินผลโดยใช้ให้นักเรียนสอบเป็นข้อเขียนมากที่สุด ต่อมา กิจจา ไทรวิทย์ (2530 : 87 - 88) ได้ศึกษาปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเช่นกันกับครูโรงเรียนราษฎร์ในกรุงเทพมหานคร จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูใน 51 โรงเรียน ปีการศึกษา 2523 พบว่า ปัญหาเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ครูส่วนมากเห็นว่าวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีคุณภาพต่ำารุคง่าย ครูส่วนน้อยเห็นว่า ครูขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและในเชิงประมาณ 2524 นันทนา จงสุขสันต์กุล (2524 : 69 - 71) ได้สำรวจปัญหาของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2524 โดยมีครูกลุ่มตัวอย่าง 263 คน จาก 60 โรงเรียน ได้รวบรวมปัญหาในด้านที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ไว้ดังนี้คือ ครูวิทยาศาสตร์มีปัญหาในด้าน ไม่มีเวลา ในการผลิตหรือซ่อมแซมอุปกรณ์การสอน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สอนมีคุณภาพต่ำารุคง่าย และจัดซื้อไม่สะดวก ห้องเรียนโดยทั่วไปไม่มีที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ จึงทำให้ไม่สะดวกในการนำใบประกอบการเรียนการสอน ต้องการห้องปฏิบัติการที่เป็นสัดส่วน โดยเฉพาะและมีอุปกรณ์การสอนสมบูรณ์ ประมวล ศิริพันธ์แก้ว และคนอื่น ๆ (ม.ป.ป. : 7)

ได้ทำการวิจัย เกี่ยวกับการสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมต้น โดยใช้วัสดุ
ในท้องถิ่นของภาคตะวันออกเฉียงใต้ โดยได้สำรวจปัญหาและความสนใจของครูเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอน
วิทยาศาสตร์ด้วย และพบว่า ในภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศไทย การจัดหาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
ของโรงเรียนชั้นมัธยมศึกษามีปัญหามาก นั่นคือ ครูวิทยาศาสตร์ได้ระบุปัญหาการขาดแคลน
อุปกรณ์การทดลอง ที่มีปัญหามากถึงร้อยละ 22.43 ปัญหาปานกลางร้อยละ 52.23 และปัญหา
น้อยร้อยละ 26.34

นอกจากนี้ สิริพร จันทารณ (2524 : 103 - 109) ได้สำรวจปัญหา
และความต้องการสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
เขตการศึกษา 8 จากครูที่สอนวิทยาศาสตร์กายภาพ 22 คน และนักเรียน ที่เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์กายภาพจำนวน 764 คน ปีการศึกษา 2523 ได้พบปัญหาและ ความต้องการใน
ด้านอุปกรณ์การทดลองดังนี้

1. ครู ครูมีความเห็นว่า การใช้อุปกรณ์ที่มีปัญหามากที่สุดเกี่ยวกับการไม่
มีความรู้ความชำนาญในเรื่องการซ่อมอุปกรณ์การสอนและ ไม่มีอุปกรณ์ประเภทโสตทัศนูปกรณ์
ส่วนด้านความต้องการ ครูต้องการให้มีปริมาณอุปกรณ์การทดลองให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน
ให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์การสอน จัดสภาพของห้องเรียนให้เอื้ออำนวยต่อการใช้อุปกรณ์
การสอน และต้องจัดหาหนังสือและเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนที่จะใช้ศึกษา
หาความรู้ได้ และในด้านความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์
การทดลองวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพที่ออกแบบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีคือ อุปกรณ์ส่วนใหญ่มีความคงทนถาวรปานกลาง มีประสิทธิภาพปานกลางแต่แนวโน้ม
มาทางน้อย เมื่อชำรุดแล้วซ่อมเองได้ส่วนใหญ่มีน้อย ความสะดวกในการใช้ปานกลางแต่มี
แนวโน้มมาทางมาก และจำนวนเพียงพอในระดับปานกลางแต่มีแนวโน้มมาทางน้อย

2. นักเรียน ปัญหาของนักเรียนในด้านอุปกรณ์คือ มีอุปกรณ์ไม่เพียงพอกับ
จำนวนนักเรียน และบางบทเรียนในโรงเรียน ไม่มีอุปกรณ์ทดลอง ในด้านความต้องการสื่อ
การสอน นักเรียนต้องการให้ครูแนะนำเทคนิคการใช้อุปกรณ์การทดลอง ต้องการได้รับความ
สะดวกในการใช้อุปกรณ์ และต้องการให้ครูใช้รูปภาพ ของจริง การศึกษานอกสถานที่ ใช้สไลด์
ภาพยนตร์ประกอบการสอน และในด้านความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพ ประสิทธิภาพของ
อุปกรณ์การทดลองวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพที่ออกแบบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีอื่นก็เรียนรู้มีความคิดเห็นว่าอุปกรณ์ ส่วนใหญ่มีความคงทนปานกลาง แต่มีแนวโน้มทางน้อย มีประสิทธิภาพปานกลางแนวโน้มทางน้อย เมื่อชำรุดแล้วซ่อมเองได้น้อยที่สุด สะดวกในการใช้มากที่สุด และจำนวนอุปกรณ์มีไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

จากงานวิจัยในประเทศ พลจะสรุปผลของการวิจัยได้ว่า อุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งระดับมัธยมต้น และมัธยมตอนปลาย ส่วนใหญ่มีจำนวนไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ชำรุดง่ายและซ่อมเองได้ยาก

2. งานวิจัยต่างประเทศ

การ์ซอน (Garzon, 1964 : 1025) ได้วิเคราะห์ปัญหาในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของประเทศฟิลิปปินส์ พบปัญหาดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์การสอนและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มีไม่เพียงพอ
2. ขาดตำรา และนิตยสารต่าง ๆ ที่จะช่วยส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

ให้ผลลัพธ์ดังนี้

3. ความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ของครูมีไม่เพียงพอ
4. ไม่มีการอบรมครูวิทยาศาสตร์ให้ก้าวหน้าทางวิชาการ
5. วิธีการประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ดีพอ
6. หลักสูตรและประมวลการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์

อย่างเต็มที่

7. ครูวิทยาศาสตร์มีจำนวนชั่วโมงสอนมากเกินไป จนไม่มีโอกาสได้ปรับปรุง

การสอนของตนเอง

8. ครูไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย และการตั้งจุดมุ่งหมายเฉพาะในการสอนระดับประถมศึกษาพอ

สแตนคลินตัน (Clinton, 1966 : 1683) ได้ศึกษาปัญหาครูใหม่ในรัฐเท็กซัส โดยมีความมุ่งหมายที่จะค้นหาปัญหาดังกล่าวของครูใหม่ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาเกี่ยวกับการจัดโปรแกรมการเรียน การวิจัยให้ประชากรซึ่งเป็นครูใหม่ ในรัฐเท็กซัส จำนวน 100 คน พบว่า ครูใหม่มีปัญหากับอุปกรณ์การสอน ดังนี้

1. มีความยากลำบากในการใช้วัสดุทัศนวิสัย
2. มีปัญหาการใช้วัสดุทัศนวิสัยให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

3. ไม่มีเวลาเตรียมอุปกรณ์การสอน
4. ไม่มีที่เก็บอุปกรณ์การสอน
5. การหาแหล่งวัสดุที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนลำบาก

และสเปน (Spain. 1971 : 285 - 290) ได้ศึกษาถึงปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ การสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีและเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาและความยุ่งยากทั่วไปในการสอนวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ 33 คน ใน 8 โรงเรียน ในเอร์ธเทินไนจีเรีย ผลการวิจัยพบว่า

1. มีครูจำนวน 18 คน คิดว่าแบบเรียนยังไม่เพียงพอสำหรับเด็กและเนื้อหาในแบบเรียนยังไม่เหมาะสม
 2. มีครูจำนวน 16 คน เห็นว่า เครื่องมือทดลองเพียงพอแล้ว แต่ยังมีครูอีก 15 คน ยังเห็นว่าความต้องการเครื่องมือในการทดลองวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเพิ่มขึ้น
 3. มีครูจำนวน 32 คน มีความเห็นว่า ควรจะได้มีการทบทวนวิธีการทดลองใหม่ และการสอนเนื้อหา นั้น ควรจะเน้นที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันของเด็กมากขึ้น
- จากการวิจัยต่างประเทศ พอจะสรุปผลการวิจัยได้ว่า ครูต้องการให้มีการแนะนำช่วยเหลือเกี่ยวกับอุปกรณ์การทดลอง และ สื่อทัศนูปกรณ์ ตลอดจนต้องการมีสถานที่เก็บอุปกรณ์เมื่อใช้แล้ว และมีปัญหาในด้านไม่มีอุปกรณ์เพียงพอ ไม่มีเวลาเตรียมอุปกรณ์ และขาดความรู้ในการใช้อุปกรณ์

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่าเทียมกัน
2. นักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐานมีความสามารถในการอัดขยายภาพเท่าเทียมกัน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่

1. ประชากรทั่วไป (general population) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์
2. ประชากรเป้าหมาย (target polulation) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนไทรน้อย อ.ไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนไทรน้อย อ.ไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนให้มีความสามารถในการอธิบายภาพมาก่อน กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multistage sampling) ดังนี้

1. เลือกใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนไทรน้อย อ.ไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนให้มีความสามารถในการอธิบายภาพมาก่อนเป็นกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling)
2. จัดกลุ่มนักเรียนตามข้อ (1) โดยแบ่งเป็น กลุ่มคะแนนสูง กลุ่มคะแนนกลาง กลุ่มคะแนนต่ำ กลุ่มละ 27 คน โดยใช้คะแนนจากผลการทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการอธิบายภาพวาดเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม จากนั้นทำการสุ่มแบบจัดชั้น (Stratified Sampling) ให้เหลือกลุ่มละ 16 คน

3. นำนักเรียนในแต่ละกลุ่มข้างต้นมาทำการสุ่มแยกออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

4. การจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กระทำโดยนำกลุ่มนักเรียนที่จัดแบ่งไว้ กลุ่มละ 8 คน จำนวน 6 กลุ่ม มาทำการจับสลากแยกเป็นกลุ่มทดลอง 24 คน กลุ่มควบคุม 24 คน รวมเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบ Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และสังคณา สายยศ. 2531 : 216 - 217) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตาราง 1 แบบแผนวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T ₁	X ₁	T ₂
CR	T ₁	-	T ₂

ความหมายของสัญลักษณ์

T₁ แทน การทดสอบก่อนการสอน

T₂ แทน การทดสอบหลังการสอน

R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม

C แทน กลุ่มควบคุม

E แทน กลุ่มทดลอง

X₁ แทน การสอนโดยใช้เครื่องอัดขยายภาพวาดที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. ทำการสำรวจก่อนเรียน (Pre - test) กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับการถ่ายทอดภาพวาดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. ดำเนินการทดลองสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในเนื้อหาเดียวกัน จุดประสงค์การเรียนรู้เดียวกันและระยะเวลาทดลองสอนเท่ากัน คือ กลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินการดังนี้
 - 2.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยการใช้เครื่องถ่ายทอดภาพวาดที่พัฒนาขึ้น
 - 2.2 กลุ่มควบคุม สอนโดยการใช้เครื่องถ่ายทอดภาพวาดมาตรฐาน
3. เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนผู้วิจัยทำการสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการถ่ายทอดภาพวาดและทำการวัดและประเมินความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาด ดังนี้
 - 3.1 การประเมินความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาด ให้แก่ประเมินความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบตัวเลข โดยกำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ถ่ายทอดภาพวาดให้นักเรียนปฏิบัติ เป็นรายบุคคล การบันทึกการประเมินให้ผู้ประเมิน 3 คน
 - 3.2 นำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการถ่ายทอดภาพวาดมาตรวจให้คะแนนแล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ
4. นำผลการวิเคราะห์ทางสถิติมาแปลความหมายและสรุปผลเป็นข้อค้นพบและเขียนรายงานการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 คาบต่อเนื่อง (คาบละ 50 นาที) รวม 16 คาบ โดยทำเนื้อหาการถ่ายทอดภาพวาด

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1. เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น
2. แผนการสอนการอัดขยายภาพขาวดำ
3. แบบทดสอบความรู้เบื้องต้นในการอัดขยายภาพขาวดำ
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอัดขยายภาพขาวดำ (เชิงเนื้อหา และเชิงปฏิบัติ)
5. แบบประเมินความสามารถในการอัดขยายภาพขาวดำ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนการสร้างดังนี้
 - 1.1 ศึกษาหลักการทํางานและส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐานจากเครื่องอัดขยายภาพขาวดำ Fujimoto G - 70 จากห้องปฏิบัติการอัดขยายภาพ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 - 1.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอัดขยายภาพขาวดำแบบต่าง ๆ
 - 1.3 ประึกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านการอัดขยายภาพขาวดำคือ รองศาสตราจารย์ สมเกียรติ กรีทอง ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 - 1.4 จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายมาใช้ทดแทนส่วนประกอบบางอย่างในเครื่องอัดขยายภาพและออกแบบรูปทรงของเครื่องอัดขยายภาพที่จะสร้างขึ้น
 - 1.5 นำรายละเอียดที่ได้จากการออกแบบไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญตามข้อ 3 เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข
 - 1.6 นำรายละเอียดที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาจัดสร้างเครื่องอัดขยายภาพขาวดำ
 - 1.7 นำเครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาแล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพโดยนำมาทำการอัดขยายภาพเปรียบเทียบกับเครื่องอัดขยายภาพขาวดำ Fujimoto G - 70 ซึ่งใช้ฟิล์มเนกาตีฟแผ่นเดียวกัน และเปรียบเทียบคุณภาพของภาพที่อัดได้ โดยผู้เชี่ยวชาญตามข้อ 3
 - 1.8 ทำการหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดขยายภาพในด้านกำลังขยายและระยะที่คมชัด

1.8.1 การหากล้างขยาย

ขนาดภาพ

$$1.8.1.1 \quad \text{ใช้สูตร กล้างขยาย} = \frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}}$$

1.8.1.2 ทำการทดสอบโดยอัดขยายภาพจากฟิล์มเนกาตีฟ ขนาด 1 เซนติเมตร ในระยะห่างระหว่างเลนส์ขยายภาพกับกระดาษอัดภาพในระยะต่าง ๆ กัน ทำการวัดขนาดภาพบนกระดาษอัดภาพหากล้างขยาย

1.8.2 การหาระยะที่คมชัด

1.8.2.1 ทำการอัดขยายภาพลักษณะต่าง ๆ เช่น ภาพวิญญาน ในระยะห่างระหว่างเลนส์ขยายภาพกับกระดาษอัดภาพในระยะต่าง ๆ กัน หาระยะที่ได้ภาพที่คมชัดที่สุด

1.8.2.2 ทำการอัดขยายภาพจากแผนภาพ Enlarger Focusing Tester เพื่อหาขนาดภาพที่เล็กที่สุดและใหญ่ที่สุดที่ภาพยังคมชัดอยู่

1.9 ทำการปรับปรุงข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจนได้รับการรับรองคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการอัดขยายภาพ เมื่อได้ผ่านการรับรองคุณภาพเรียบร้อยแล้วจึงนำมาทดลองใช้ประกอบในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนการอัดขยายภาพวาดคำต่อไป

1.10 สรุปประสิทธิภาพของเครื่องอัดขยายภาพวาดคำที่พัฒนาขึ้น

1.10.1 เลนส์ขยายภาพความยาวโฟกัส 2.4 นิ้ว กล้างขยายต่ำสุด 2.2 เท่า กล้างขยายสูงสุด 21.25 เท่า จากการทดลองวัดขนาดภาพและการใช้สูตรหากล้างขยาย

1.10.2 ระยะคมชัดของภาพขนาดเล็กสุด 2.1×3.1 นิ้ว ที่ระยะความสูง 5.4 นิ้ว วัดจากกระดาษอัดภาพถึงเลนส์ขยาย และภาพขนาดใหญ่ 20.4×29.75 นิ้ว ที่ระยะความสูง 34 นิ้ว วัดจากกระดาษอัดภาพถึงเลนส์ขยาย

1.10.3 หลอดฉายแสง หลอด Philips superlux ขนาด 25 W 220 V

1.10.4 สวิตช์ตั้งเวลาการฉายแสงอัตโนมัติ ตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 0 - 15 วินาที พร้อมปุ่ม Reset ลบคำสั่ง และฟิวส์ป้องกันวงจรไฟฟ้าภายในขนาด 2 A

1.10.5 น้ำหนัก 9.3 กิโลกรัม

1.10.6 ความสูง 103 cm.

1.10.7 ราคา 1,864 บาท

2. แผนการสอนการถ่ายภาพยนตร์โดยใช้เครื่องอัดภาพยนตร์ที่พัฒนาขึ้นเมื่อขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรกิจกรรมชุมนุมการถ่ายภาพยนตร์ พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และแผนการสอนกิจกรรมชุมนุมของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

2.2 วิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาการถ่ายภาพยนตร์เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ และแบ่งเนื้อหาเป็นตอน ๆ ให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอนแต่ละครั้ง ครั้งละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

2.2.1 หลักการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพยนตร์ 2 คาบ

2.2.2 วิธีการใช้เครื่องอัดภาพยนตร์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดภาพยนตร์ 2 คาบ

2.2.3 ขั้นตอนการถ่ายภาพยนตร์พร้อมทั้งทดลองปฏิบัติการอัดภาพยนตร์ 2 คาบ

2.2.4 การทดสอบหาเวลาของการฉายแสงที่เหมาะสมและเกณฑ์การเลือกช่วงเวลาของการอัดภาพยนตร์ 2 คาบ

2.2.5 หลักการจัดภาพแบบต่าง ๆ 2 คาบ

2.2.6 วิธีอัดภาพยนตร์ขนาดต่าง ๆ 2 คาบ

2.2.7 สาเหตุและวิธีแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่อัดถ่าย 4 คาบ

2.3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนในแต่ละครั้ง

2.4 สร้างแผนการสอนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

2.5 นำแผนการสอนที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนการถ่ายภาพยนตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ใช้สอนแต่ละครั้งเพื่อนำมาปรับปรุง

2.6 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลอง ใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลาขั้นตอนการสอน กิจกรรมการสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปทดลองจริง

3. แบบทดสอบความรู้เบื้องต้นในการอธิบายภาพวาด ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบจากหนังสือ เทคนิคการเขียนข้อสอบของ ชวาล แพรัตกุล (2520 : 1 - 405)

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามเนื้อหาที่นำมาทดลองสอนตามแผนการสอน หาดัตราส่วนในการออกแบบทดสอบ

3.3 สร้างแบบทดสอบความรู้เบื้องต้นในการอธิบายภาพวาด ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ตัดสินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตั้งแต่ .5 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2532 : 66)

3.5 นำแบบทดสอบความรู้เบื้องต้นในการอธิบายภาพวาดที่คัดเลือกไว้ไปทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้เรียนการอธิบายภาพวาดแล้ว จำนวน 40 คน

3.6 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบมาตรวจวิเคราะห์คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์

3.7 นำแบบทดสอบที่ได้รับการทดลองและปรับปรุงแล้วไปใช้ในการศึกษาวิจัยต่อไป

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอธิบายภาพวาด ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือ เทคนิคการเขียนข้อสอบของ ชวาล แพรัตกุล (2520 : 1 - 405)

4.2 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามเนื้อหาที่นำมาทดลองสอบตามแผนการสอน หากมีส่วนในการออกแบบทดสอบ

4.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอธิบายภาพวาดคำระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ แยกเป็นเชิงเนื้อหาและเชิงปฏิบัติประเภทละ 40 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

4.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตั้งแต่ .5 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2532 : 66)

4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ไปทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ที่มีกลุ่มตัวอย่างที่ได้เรียนการอธิบายภาพวาดคำแล้ว จำนวน 40 คน

4.6 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์ความยากง่าย อำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกให้เหลือประเภทละ 25 ข้อ

4.7 นำแบบทดสอบที่ได้รับการทดลองและปรับปรุงแล้วไปใช้ในการศึกษาวิจัยต่อไป

5. แยกประเมินความสามารถในการอธิบายภาพวาดคำ

5.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการประเมินภาคปฏิบัติ

5.2 ศึกษาเอกสารการประเมินคุณภาพของภาพวาดคำของ สนั่น ภัทมะทิน

(2504 : 120 - 124)

5.3 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของพฤติกรรมที่จะประเมินในการอธิบายภาพวาดคำ

5.4 ศึกษางานวิจัยที่มีการประเมินทักษะปฏิบัติเอง ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533) ทักษิพย์ วิมประภาพรกุล (2532) วิวัฒน์ รอดเกิด (2533) และมงคล นกสกุล (2533) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการอธิบายภาพวาดคำ

5.5 สร้างรายละเอียดพฤติกรรมที่จะประเมินประกอบด้วยแบบประเมิน 1 ชุด และคู่มือในการประเมิน 1 ชุดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบบตัวเลข ให้ค่าตัวเลข 3 ระดับ

5.6 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งประกอบด้วย รศ.สมเกียรติ กรทอง ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร รศ.ดร.สุรัชย์ สิกขามณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร และอาจารย์วิทยา เหมเชื้อ หัวหน้าฝ่ายโสตทัศนศึกษา โรงเรียนไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ทำการตรวจแก้ไขแล้วนำไปปรับปรุง

5.7 นำแบบประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เลือก เรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 คน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5.8 นำแบบประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เลือก เรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5.9 นำแบบประเมินไปหาค่าความเชื่อมั่นแบบ Inter - rater correlation โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เลือก เรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 คน โดยให้ครูผู้สอนประเมิน จำนวน 3 คน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (mean) ของคะแนนโดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 59)

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

เมื่อ X แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความแปรปรวน (variance) ของคะแนนโดยใช้สูตร (ล้วน
สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 62 - 63)

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

เมื่อ s^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. คุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2527 : 89 - 91)

$$Ioc = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ Ioc แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาคความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอธิบายภาพवाद้า โดยใช้วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ในหลักการจัดกลุ่ม 27%

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168 - 170)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

- เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

จำนวนคนที่ทำถูก

 p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ = จำนวนคนทั้งหมด
 q แทน สัดส่วนของผู้ผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1 - p$

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการอธิบายภาพ
 ทาจากผลการประเมินของผู้ประเมิน 3 ท่าน โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
 (Pearson Product - Moment Correlation) (ส.วาสนา ประवालพฤษ์,
 2533 : 32)

$$r_{tt} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] [N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

- เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 X แทน ค่าคะแนนของผู้ประเมินคนที่ 1
 Y แทน ค่าคะแนนของผู้ประเมินคนที่ 2

3. การทดสอบสมมติฐานใช้สถิติ t - test แบบข้อมูลเป็นอิสระ (Independent t - test) กรณีรวมความแปรปรวน (pooled variance) ตามสูตร ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในที่นี้ จะนำเสนอตามลำดับของความมุ่งหมายของการวิจัย กล่าวคือ จะสรุปผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้เป็นลำดับแรก และจะสรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายภาพขาวดำไว้ในลำดับหลัง ทั้งนี้ โดยให้ตารางและคำอธิบายประกอบท้ายตาราง

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามนี้ข้างต้นมีดังต่อไปนี้

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

SD แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงแบบ t

df แทน ชั้นของความอิสระ

อนึ่งก่อนทำการทดสอบสมมติฐานด้วย Independent t - test ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดิบตรวจสอบ ข้อตกลงเบื้องต้นว่าด้วยการแจกแจงของคะแนนในประชากรว่าเป็นการกระจายแบบปกติ และความแปรปรวนของคะแนนในประชากร (ของกลุ่มที่นำมาเปรียบเทียบ) มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยการตรวจสอบการแจกแจงของคะแนนในประชากรกระทำโดยการพิจารณาเชิงประจักษ์จากข้อมูลแจกแจงความถี่ ส่วนการตรวจสอบความเท่ากันของความแปรปรวนในประชากรกระทำโดยวิธี F - max ผลการตรวจสอบพบว่า การแจกแจงของคะแนนในประชากรไม่เป็นการกระจายแบบปกติโดยตรง แต่มีการกระจายเป็นแบบสมมาตร ซึ่งกระจายเช่นนี้สามารถทำการทดสอบด้วย t - test ได้โดยอนุโลม (Games & Klare. 1976 : 306) ส่วนการตรวจสอบความแปรปรวนในประชากรพบว่า ไม่แตกต่างกัน ในทุกคู่ที่จะต้องนำมาเปรียบเทียบกันด้วย t - test ข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าว ได้แสดงไว้ในภาคผนวก

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอัดขยายภาพขาวดำ

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอัดขยายภาพขาวดำของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับที่เรียน โดยใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน แสดงได้ดังตาราง 2 - 4

ตาราง 2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เชิงเนื้อหา) ของนักเรียน

กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ข้อ ที่	กลุ่มควบคุม (1)			กลุ่มทดลอง (2)			t		ผลการ เปรียบเทียบ	
							df			
	n	$\bar{X}$	SD	n	$\bar{X}$	SD	วิกฤต	คำนวณ		
ม.1	8	15.25	3.75	8	15.37	3.29	14	2.145	0.068	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
ม.2	8	15.62	2.66	8	15.25	2.71	14	2.145	-0.275	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
ม.3	8	17.62	2.13	8	17.62	2.13	14	2.145	0.686	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
โดยภาพรวม(ม.1										
ม.2, ม.3)	24	15.95	2.75	24	16.08	2.85	46	2.021	0.160	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)

หมายเหตุ (1) กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอรรถขยายภาพวาดมาตรฐาน

(2) กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอรรถขยายภาพวาดที่พัฒนาขึ้น

จากตาราง 2 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางเรียนในการอรรถขยายภาพวาด
(เชิงเนื้อหา) ของกลุ่มที่เรียน โดยใช้เครื่องอรรถขยายภาพวาดที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มที่เรียน
โดยใช้เครื่องอรรถขยายภาพวาดมาตรฐาน ไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับ .05) ซึ่งเป็นไปตาม
สมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

ตาราง 3 แสดงผลการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เชิงปฏิบัติ) ของนักเรียน

กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ชั้น	กลุ่มควบคุม (1)			กลุ่มทดลอง (2)			df	t		ผลการ เปรียบเทียบ
	n	$\bar{X}$	SD	n	$\bar{X}$	SD		วิกฤต	คำนวณ	
ม.1	8	16.12	4.29	8	15.87	5.11	14	2.145	-0.106	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
ม.2	8	18.62	2.72	8	18.12	2.69	14	2.145	-0.369	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
ม.3	8	18.62	3.81	8	19.25	1.98	14	2.145	0.415	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
โดยภาพรวม (ม.1 ม.2, ม.3)	24	17.79	3.70	24	17.75	3.66	46	2.021	0.037	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)

หมายเหตุ (1) กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพวาดมาตรฐาน

(2) กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพวาดที่พัฒนาขึ้น

จงตาราง 3 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการคัดลายภาพขาวดำ
 (เชิงปฏิบัติ) ของกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องคัดลายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มที่เรียน
 โดยการใช้เครื่องคัดลายภาพขาวดำมาตรฐาน ไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับ .05) ซึ่งเป็นไป
 ตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

ตาราง 1 แสดงผลการเปรียบเทียบ ที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รวม) ของนักเรียนกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

ข้อ ข้อ	กลุ่มควบคุม: (1)			กลุ่มทดลอง (2)			t		ผลการ เปรียบเทียบ	
	n	$\bar{X}$	SD	n	$\bar{X}$	SD	วิกฤต	คำนวณ		
ม.1	8	31.50	7.83	8	31.25	7.04	14	2.145	-0.067	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
ม.2	8	34.25	4.43	8	33.37	5.01	14	2.145	-0.372	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
ม.3	8	35.62	4.65	8	36.87	3.60	14	2.145	0.601	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
โดยภาพรวม (ม.1										
ม.2, ม.3)	24	33.79	5.86	24	33.83	5.68	46	2.021	0.024	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)

หมายเหตุ (1) กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้เครื่องอัดขยายภาพมาตรฐาน

(2) กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้เครื่องอัดขยายภาพวาดค่าที่พัฒนาขึ้น

จากตาราง 4 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอักษยายภาพขาวดำ โดยภาพรวมของกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอักษยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอักษยายภาพขาวดำมาตรฐานไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับ .05) ซึ่งได้ไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

การเปรียบเทียบความสามารถในการอักษยายภาพขาวดำ

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอักษยายภาพขาว - ดำ ของนักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอักษยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับที่เรียนโดยการใช้เครื่องอักษยายภาพขาวดำมาตรฐาน แสดงได้ดังตาราง 5 - 9

ตาราง 5 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายภาพด้านหน้าจัดเตรียมอุปกรณ์
ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ข้อ ที่	กลุ่มควบคุม (1)			กลุ่มทดลอง (2)			t		ผลการ เปรียบเทียบ
	n	$\bar{X}$	SD	n	$\bar{X}$	SD	วิกฤต	คำนวณ	
ม.1	8	2.62	0.30	8	2.64	0.24	14	2.145	0.148 ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
ม.2	8	2.60	0.19	8	2.64	0.27	14	2.145	0.344 ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
ม.3	8	2.76	0.12	8	2.60	0.11	14	2.145	-3.076 ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
โดยภาพรวม(ม.1- ม.2, ม.3)	24	2.66	0.22	24	2.64	0.20	46	2.021	-0.370 ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)

หมายเหตุ (1) กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องฉายภาพวาดมาตรฐาน

(2) กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องฉายภาพวาดที่พัฒนาขึ้น

จากตาราง 5 แสดงว่าความสามารถในการลดหย่อนภาพภาษีในด้านเงินจัดเตรียมอุปกรณ์ของกลุ่มที่เรียน โดยการให้เครื่องลดหย่อนภาพภาษีที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มที่เรียน โดยการให้เครื่องลดหย่อนภาพภาษีมาตรฐานไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับ .05) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ตาราง 6 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายทอดภาพด้านซ้ายกับด้านขวาของ

นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

เงื่อนไข	กลุ่มควบคุม (1)			กลุ่มทดลอง (2)			t		ผลการเปรียบเทียบ	
	n	$\bar{X}$	SD	n	$\bar{X}$	SD	df			
							วิกฤต	คำนวณ		
ม.1	8	2.65	0.20	8	2.67	0.23	14	2.145	0.192	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
ม.2	8	2.62	0.42	8	2.67	0.14	14	2.145	0.322	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
ม.3	8	2.75	0.27	8	2.72	0.21	14	2.145	-0.254	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
โดยภาพรวม(ม.1, 2, 3)										
ม.2, ม.3	24	2.67	0.30	24	2.69	0.19	46	2.021	0.294	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)

หมายเหตุ (1) กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพมาตรฐาน

(2) กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพวาดที่พัฒนาขึ้น

จากตาราง 6 แสดงว่าความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาดในด้านขั้นปฏิบัติงานของกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องถ่ายทอดภาพวาดที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องถ่ายทอดภาพวาดมาตรฐาน ไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับ .05) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ตาราง 7 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายภาพด้านคุณภาพของผลงาน

ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ข้อ เลข	กลุ่มควบคุม (1)			กลุ่มทดลอง (2)			df	t		ผลการ เปรียบเทียบ
	n	$\bar{X}$	SD	n	$\bar{X}$	SD		วิกฤต	คำนวณ	
ม.1	8	2.62	0.12	8	2.60	0.23	14	2.145	-0.140	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
ม.2	8	2.60	0.26	8	2.57	0.19	14	2.145	-0.270	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
ม.3	8	2.62	0.22	8	2.60	0.23	14	2.145	-0.183	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)
โดยภาพรวม(ม.1										
ม.2, ม.3)	24	2.61	0.20	24	2.59	0.22	46	2.021	-0.333	ไม่แตกต่าง (ระดับ .05)

หมายเหตุ (1) กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอธิบายภาพขาวดำมาตรฐาน

(2) กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอธิบายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น

จากตาราง 7 แสดงว่าความสามารถในการถ่ายทอดภาพขาวดำในด้านคุณภาพของผลงาน ของกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐานไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับ .05) ซึ่งเห็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ตาราง 8 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายภาพด้านการเสนอผลงาน

ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ไ ร	กลุ่มควบคุม (1)			กลุ่มทดลอง (2)			df	t		ผลการ เปรียบเทียบ
	n	$\bar{X}$	SD	n	$\bar{X}$	SD		วิกฤต	คำนวณ	
ม.1	8	2.65	0.12	8	2.68	0.22	14	2.145	0.340	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
ม.2	8	2.78	0.20	8	2.81	0.11	14	2.145	0.389	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
ม.3	8	2.75	0.26	8	2.78	0.24	14	2.145	0.241	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
โดยภาพรวม(ม.1 ม.2, ม.3)	24	2.76	0.20	24	2.72	0.20	46	2.021	1.25	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)

หมายเหตุ (1) กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอธิบายภาพขาวดำมาตรฐาน

(2) กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอธิบายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น

จากตาราง 8 แสดงว่าความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาดในด้านการนำเสนอผลงาน ของกลุ่มที่เรียนโดยการให้ เครื่องถ่ายทอดภาพวาดที่พัฒนาขึ้น กับกลุ่มที่เรียนโดยการให้ เครื่องถ่ายทอดภาพวาดมาตรฐานที่ไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับ .05) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ตาราง 9 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายภาพโดยภาพรวม ของนักเรียน

กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ข้อ สอบ	กลุ่มควบคุม (1)			กลุ่มทดลอง (2)			df	t		ผลการ เปรียบเทียบ
	n	$\bar{X}$	SD	n	$\bar{X}$	SD		วิกฤต	คำนวณ	
ม.1	8	10.55	0.42	8	10.60	0.44	14	2.145	0.233	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
ม.2	8	10.60	0.51	8	10.70	0.46	14	2.145	0.411	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
ม.3	8	10.89	0.57	8	10.57	0.40	14	2.145	-1.333	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
โดยภาพรวม(ม.1										
ม.2, ม.3)	24	10.68	0.53	24	10.62	0.44	46	2.021	-0.428	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)

หมายเหตุ (1) กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน

(2) กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น

จากตาราง 9 แสดงว่าความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาดในด้าน
ความสามารถ ในการถ่ายทอดภาพโดยภาพรวมของกลุ่มที่เรียนโดยใช้เครื่องถ่ายทอดภาพ
วาดที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้เครื่องถ่ายทอดภาพวาดมาตรฐาน ไม่แตกต่างกัน
(ที่ระดับ .05) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

สรุปผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาด

ผลสรุปของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการ
ถ่ายทอดภาพวาดของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องถ่ายทอดภาพวาดที่พัฒนาขึ้นกับที่เรียน
โดยใช้เครื่องถ่ายทอดภาพวาดมาตรฐาน ดังที่นำเสนอในตาราง 2 - 9 สรุปได้ดังแสดง
ตาราง 10

จากตาราง 10 แสดงว่านักเรียนที่เรียนการถักยายขาควา โดยให้เครื่องถักยายภาพขาควาที่พัฒนาขึ้น กับที่เรียนโดยให้เครื่องถักยายภาพขาความาตรฐาน ทั้งเมื่อวิเคราะห์แยกตามลำดับชั้นและ โดยภาพรวม (ทุกชั้นรวมกัน) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการถักยายภาพขาควาไม่แตกต่างกัน ในทุกกรณีที่ว่าวิเคราะห์ (กล่าวคือ เมื่อแยกวิเคราะห์เป็นด้าน และวิเคราะห์จากคะแนนรวม)

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นในการสอน
อัดขยายภาพสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้และผลของการศึกษา
ค้นคว้า ได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. ความมุ่งหมายหลัก

เพื่อศึกษาผลการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นในการสอนการอัดขยายภาพ
ขาวดำสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทดแทนการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน

2. ความมุ่งหมายเฉพาะ

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอัดขยายภาพขาวดำ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับ
ที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอัดขยายภาพขาวดำของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับที่เรียนโดย
การใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียน
ที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่าเทียมกัน

2. นักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียน
ที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐานมีความสามารถในการอัดขยายภาพ
เท่าเทียมกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนโพธารนุช อำเภอบางแพ จังหวัดนครปฐม ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนให้มีความสามารถในการอัดขยายภาพมาก่อน จำนวน 48 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 24 คน กลุ่มควบคุม 24 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น เป็นเครื่องอัดขยายภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาถูกประกอบด้วย อุปกรณ์หลัก 9 ชิ้น คือ (1) แหล่งกำเนิดแสง (2) เลนส์รวมแสง (3) ที่ใส่ฟิล์มเนกาตีฟ (4) เลนส์ขยายภาพ (5) ปุ่มปรับโฟกัส (6) แท่นวางกระดาษอัดภาพ (7) กรอบกะขนาดภาพ (8) ปุ่มปรับความสูงต่ำของเครื่องอัดขยายภาพและ (9) สวิตช์ตั้งเวลาอัตโนมัติ ทั้งนี้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำดังกล่าวได้ผ่านการรับรองคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิเฉพาะสาขาเรียบร้อยแล้ว

2.2 แผนการสอนการอัดขยายภาพขาวดำ ผู้วิจัยได้สร้างแผนการสอนสำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีรายละเอียดในขั้นตอนต่าง ๆ เหมือนกันทุกประการ ต่างกันเพียงแต่กลุ่มทดลองทำการสอนโดยใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมทำการสอนโดยเครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอัดขยายภาพขาวดำ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 2 ฉบับ คือ เชิงเนื้อหาและเชิงปฏิบัติ 25 ข้อ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 ขึ้นไป ค่าความยากง่ายระหว่าง .02 - .08 ค่าความเชื่อมั่นเชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.89 เชิงปฏิบัติเท่ากับ 0.84 และ โดยภาพรวมเท่ากับ 0.86

2.4 แบบประเมินความสามารถในการอัดขยายภาพประกอบด้วย แบบประเมินที่เป็นมาตราส่วนแบบตัวเลข กับคู่มือการประเมินนี้ นามาค่าความเชื่อมั่นในการประเมินของผู้ประเมิน 3 ท่าน (โดยการหาสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ แบบเพียร์สัน คราวละคู่ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์อีกครั้งหนึ่ง) ได้ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย (โดยภาพรวม) เท่ากับ 0.97

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ทำการทดสอบก่อนการเรียน เพื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนด้วยแบบทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการอธิบายภาพวาดคำ เพื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มคะแนนสูง กลุ่มคะแนนกลาง กลุ่มคะแนนต่ำ แล้วจับสลากเลือกนักเรียนแต่ละกลุ่มมากลุ่มละ 16 คน รวม 48 คน จากนั้นจับสลากแยกนักเรียนแต่ละกลุ่มดังกล่าวออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 2 กลุ่มย่อย แล้วจับสลากอีกครั้งหนึ่ง เพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 24 คน

3.2 ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในเนื้อหาเดียวกันมีจุดประสงค์การเรียนรู้เช่นเดียวกันและระยะเวลาทดลองสอนเท่ากัน คือ กลุ่มละ 8 สัปดาห์ ๆ ละ 2 คาบ ๆ ละ 50 นาที รวมทั้งหมด 16 คาบ/กลุ่ม โดยดำเนินการดังนี้

3.2.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้เครื่องอธิบายภาพวาดคำที่พัฒนาขึ้น

3.2.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้เครื่องอธิบายภาพวาดคำมาตรฐาน

3.3 เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอน ผู้วิจัยทำการสอบหลังการเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การอธิบายภาพวาดคำ และทำการวัดและประเมินผล ความสามารถในการอธิบายภาพวาดคำ

3.4 นำคะแนนที่ได้ไปคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความแปรปรวน (S^2) แล้วทำการทดสอบสมมติฐานด้วย Independent t-test

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอธิบายภาพวาดคำ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องอธิบายภาพวาดคำที่พัฒนาขึ้น และนักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องอธิบายภาพวาดคำมาตรฐาน ไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับ .05)

2. ความสามารถในการอธิบายภาพวาดคำระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องอธิบายภาพวาดคำที่พัฒนาขึ้น และนักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องอธิบายภาพวาดคำมาตรฐานไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับ .05)

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้กระทำโดยลำดับของความเป็นห่วงหวนของการวิจัย กล่าวคือ จะอภิปรายผลตามข้อค้นพบเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้เป็นลำดับแรก จากนั้นจึงเป็นการอภิปรายผลตามข้อค้นพบเกี่ยวกับความสามารถในการอธิบายภาพ ดังนี้

1. การอภิปรายตามข้อค้นพบเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอธิบายภาพ ขาดคำในส่วนนี้ข้อค้นพบจากการวิจัยว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้เครื่องอธิบายภาพ ขาดคำที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนที่เรียน โดยใช้เครื่องอธิบายภาพขาดมาตรฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอธิบายภาพขาดคำไม่แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยของสกูลรัตน์ พ่วงเดช (2529 : 78) โดยอนุโลม ที่พบว่านักเรียนที่เรียนจากการสอน โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนและนักเรียนที่เรียนจากการสอน โดยใช้อุปกรณ์ตนเอง สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ไรลีย์ (Riley, 1975 : 5152-A) โดยอนุโลม เช่นเดียวกันที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ เครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อการปฏิบัติจริงมีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือที่ผลิตขึ้นมาเพื่อจำหน่าย

การที่ได้ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถอภิปราย ได้ดังนี้

1.1 วิธีสอนเนื่องจากวิธีสอนที่ใช้ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นวิธีการเดียวกัน กล่าวคือ ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมสำคัญ คือ การทดลองและการซักถามระหว่างครูกับนักเรียน โดยมีลำดับขั้นตอนในการสอน 3 ขั้นตอน เช่นเดียวกัน ได้แก่ การอภิปรายก่อนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง จากขั้นตอนการสอนตลอดจนบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนที่เป็นไปในทางลงเดียวกันนี้ สกูลรัตน์ พ่วงเดช (2529 : 79) ได้กล่าวไว้ว่าจะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และได้รับการฝึกฝนกระบวนการแสวงหาความรู้โดยเท่าเทียมกัน อันเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังเป็นไปตามแนวคิดของวูตติย จานงค์ (2523 : 4) ที่ว่าการที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนเช่นเดียวกันจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พัฒนา ไปตามแนวทางที่พึงประสงค์อันเดียวกัน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ใช้วิธีสอนและ
กิจกรรมการเรียนการสอนชนิดเดียวกันทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมจึงควรเป็นสาเหตุ
หนึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอรรถาธิบายภาพวาดของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

1.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ใช้เวลาใน
การเรียนการสอนกลุ่มละ 16 คาบ ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมี
โอกาสที่จะทำความเข้าใจการเรียนการสอนและการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างเพียงพอ
ซึ่งเป็นผลให้ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มมีโอกาสเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งการให้เวลา
แก่นักเรียนแต่ละคนอย่างเพียงพอ นั้น แครอล (Carole, 1963 : 730) ได้เสนอความคิด
ไว้ว่า ถ้าให้เวลาแก่นักเรียนอย่างเพียงพอแล้ว นักเรียนแต่ละคนจะสามารถบรรลุผลการเรียน
นั้นได้ตามต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์น ไคด์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก
(Law of Exercise) ที่กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่ใช้เวลาในการฝึกฝนอย่างพอเหมาะ
ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความสามารถทางด้านความรู้และทักษะดีเท่าเทียมกัน

1.3 เครื่องอรรถาธิบายภาพวาดที่ใช้ในการเรียนการสอนของกลุ่มทดลอง
เป็นเครื่องอรรถาธิบายภาพวาดที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ทดแทนเครื่องอรรถาธิบายภาพมาตรฐาน ได้ผ่าน
การวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว น่าจะทำให้นักเรียนเกิด
การเรียนรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด
ไว้ดังที่แบทเชลเดอร์ (Batchelder, 1956 : 33) ได้กล่าวไว้ว่า ไม่มีอุปกรณ์การสอน
ชนิดใดที่มีความสมบูรณ์ในตัวของมันเอง เฉพาะตัวอุปกรณ์การสอนเพียงอย่างเดียวก็ไม่สามารถ
ก่อให้เกิดภาวะทางการศึกษาที่สำเร็จลงได้อย่างเต็มที่ แต่ถ้าอุปกรณ์การสอนเหล่านี้ได้รับ
การเลือกสรรอย่างดีและมีหลักเกณฑ์ได้รับการประเมินอย่างเหมาะสม ตลอดจนได้รับการให้
อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ก็จะสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นแม้ว่า
รูปแบบของเครื่องอรรถาธิบายภาพวาดที่พัฒนาขึ้นจะแตกต่างไปจากเครื่องอรรถาธิบายภาพวาด
มาตรฐาน แต่ก็สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้
โดยไม่แตกต่าง จากเครื่องอรรถาธิบายภาพวาดมาตรฐาน

1.4 นักเรียนในการศึกษานี้ กระทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
ในภาคเรียนที่ 2 ซึ่งได้ผ่านการทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการอรรถาธิบายภาพวาด
แล้วน่าจะแน่ใจได้มาเป็นอย่างดีแก่กลุ่มนักเรียน ทำให้ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
มีความสามารถในการเรียนเท่าเทียมกัน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอรรถาธิบายภาพ

ชาวคำทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ดังที่สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2523 : 3) ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนทุกคนจะสามารถ เรียนได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่าเทียมกันก็ต่อเมื่อนักเรียนมีความสามารถในการเรียนใกล้เคียงกัน ดังนั้นจากการทดสอบความสามารถทางการเรียน ก่อนเริ่มทำการทดลอง จึงพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสามารถเบื้องต้นที่เท่าเทียมกัน เมื่อนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ได้รับการสอนด้วย เครื่องอรรถขยายภาพที่แตกต่างกัน แต่ทดแทนกันได้โดยที่นักเรียนทั้งสองกลุ่มอยู่ในบรรยากาศอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน จึงเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ที่วัดภายหลังการทดลองสอน) ไม่แตกต่างกัน

2. การอภิปรายผลสืบเนื่องจากข้อค้นพบเกี่ยวกับความสามารถในการอรรถขยายภาพ ชาวคำ ในส่วนนี้ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียน โดยการ ใช้ เครื่องอรรถขยายภาพชาวคำ ที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนที่เรียน โดยการ ใช้ เครื่องอรรถขยายภาพชาวคำมาตรฐาน มีความสามารถในการอรรถขยายภาพชาวคำไม่แตกต่างกัน ทั้งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับแนวคิดของเดตัน ซึ่ง ได้กล่าว ไว้ว่า การฝึกทักษะการปฏิบัติกับอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น และ ได้ผ่านการทดสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว จะส่งเสริมความสามารถในการปฏิบัติงานในด้านนั้น ๆ ไม่แตกต่างกันจากการฝึกทักษะการปฏิบัติกับอุปกรณ์มาตรฐาน (Deighton. 1971 : 417) และสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์น ไคด์ ตลอดจนทัศนะของสุจริต เพียรชอบ และสายใจ อัมรินทร์พรชัย (2522 : 22) ที่ ได้กล่าวไว้ซึ่งสรุปได้ว่า การกระทำสิ่งต่าง ๆ ก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่วและสามารถทำงานได้ดี การที่ได้ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถอภิปรายได้ดังนี้

2.1 วิธีการฝึกทักษะเชิงปฏิบัติ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดวิธีการฝึกทักษะเชิงปฏิบัติของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเหมือนกันทุกขั้นตอน จึงเป็นสาเหตุทำให้ทั้งสองกลุ่มพัฒนาความสามารถในการอรรถขยายภาพชาวคำไม่แตกต่างกัน เพราะนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่หลากหลาย ๆ ครั้งทำให้เกิดความชำนาญ เกิดทักษะ สามารถใช้อุปกรณ์เป็น และทำงานได้อย่างคล่องแคล่ว ประกอบกับนักเรียนได้เสนอผลงานบ่อย ๆ ในระหว่างทดลองสอนทำให้นักเรียนได้รับผลย้อนกลับ (feed back) และปรับปรุงความสามารถอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ อันเป็นผลให้นักเรียนมีความสามารถสูงขึ้น ไม่แตกต่างกันดังที่คณะอนุกรรมการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 31-32) ได้เสนอหลักการไว้ว่า การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เหมือนกัน โดยใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ

อย่างพอเหมาะจะทำให้นักเรียนมีความสามารถทั้งทักษะใกล้เคียงกัน นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับข้ออธิบายที่ว่าทักษะจะเกิดขึ้นได้จะต้องอาศัยความต่อเนื่องกันทางด้านเวลา มีการประสานกันทั้งการจัดอันดับที่ถูกต้องมีการฝึกปฏิบัติและมีการเสนอข้อมูลตอบกลับตลอดเวลา สุวิทย์ บุตรสุวรรณ์ (2524 : 15) และโดยอาศัยผลการวิจัยของทวีเกียรติ ไชยงยศ (2532 : 70) ที่พบว่านักศึกษาที่เรียนวาดภาพด้วยวิธีสอนแบบนอกบ้าน กับวิธีสอนแบบในนอกนอกพบว่านักศึกษามีความสามารถในการวาดภาพคนไม่แตกต่างกัน จึงพอสรุปได้ว่า การฝึกฝนให้นักเรียนกระทำสิ่งใดบ่อย ๆ ที่เป็นกระบวนการอันต่อเนื่องและมีหลักการที่เหมาะสมแล้ว จะสามารถทำให้ผลการฝึกเกิดทักษะ เกิดความคล่องแคล่ว สำหรับกรณีของการวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นผลให้ความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาดลงบนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

2.2 โอกาสในการปฏิบัติงาน ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการปฏิบัติกิจกรรมอย่างทั่วถึง โดยแท้จริง กล่าวคือ ได้จัดให้มีจำนวนเครื่องอัดขยายภาพต่อจำนวนนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมอย่างพอและเท่ากันทั้ง 2 กลุ่ม กล่าวคือ ในการทดลองสอนแต่ละครั้งใช้เครื่องอัดขยายภาพ 1 เครื่อง คือนักเรียน 4 คน นักเรียนจึงมีโอกาสดำเนินกิจกรรมได้อย่างทั่วถึง และได้ฝึกฝนความชำนาญ ความคล่องแคล่วอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง ตลอดจนยังมีโอกาสศึกษาการปฏิบัติงานจากเพื่อนร่วมกลุ่มอีกด้วย นอกจากนี้วิธีการประเมินความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาดนี้ เป็นการประเมินทั้งด้านวิธีการ ด้านปฏิบัติ และด้านการเสนอผลงาน ทำให้นักเรียนสามารถแสดงความสามารถออกมาได้ครบถ้วน และสมจริงทั้งในรูปแบบความคิด การกระทำ ผลงาน และคำพูดซึ่งวิธีการประเมินความสามารถดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจาก สุชาติ ศิริสุขไพฑูริย์ (2526 : 19) ที่ว่าการประเมินผลงานที่มีคุณภาพต้องวัดจากทักษะการปฏิบัติ ดังนั้น จากโอกาสที่นักเรียนได้ปฏิบัติงานอย่างทั่วถึง และวิธีการประเมินที่เหมาะสม จึงย่อมครอบคลุมความสามารถอันแท้จริงของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม อันเป็นผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในด้านความสามารถในการถ่ายทอดภาพวาดไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การนำเครื่องอัดขยายภาพที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ครูควรจะได้ทดลองสอนในกลุ่มเล็ก ๆ เสียก่อน เพื่อจะได้เข้าใจขั้นตอนการให้มากขึ้น และเมื่อพบปัญหาต่าง ๆ จะได้แก้ไขให้หาได้ดีในขั้นตอนการสอนจริง ในกลุ่มใหญ่ ๆ เพราะการทดลองสอนก่อนจะช่วยให้ทราบขอบเขต ประสิทธิภาพของเครื่องอัดขยายภาพอย่างละเอียด ซึ่งผู้สอนควรจะต้องทราบข้อมูลเหล่านั้นก่อน

1.2 ก่อนนำเครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ควรได้ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอัดขยายภาพขาวดำเสียก่อน เช่น ขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำ คุณสมบัติของกระดาษอัดภาพและน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน

1.3 ควรมีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบทดสอบคู่ขนานขึ้นใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้วัดนักเรียนได้ทุกระยะทุกชั้น

1.4 ควรมีการสร้างแบบประเมินความสามารถในการอัดขยายภาพขาวดำแบบอื่น ขึ้นให้ เพื่อให้มีแบบประเมินใช้กว้างขวางขึ้น

1.5 ควรมีการพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องอัดขยายภาพที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในด้านความคมชัดของภาพ ให้มีรูรับแสงขนาดต่าง ๆ Bellow ระบบปั๊มหมึกการเลื่อนขึ้นลงของเครื่องอัดขยายภาพ และปั๊มปรับไฟกัสของเลนส์ขยายภาพให้มีความสามารถในการปรับไฟกัสของเลนส์ขยายภาพให้มาตรฐานยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการอัดขยายภาพขาวดำในเรื่องเดียวกันนี้กับกลุ่มตัวอย่างในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อศึกษาว่าเครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นไปได้เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายชั้นใด

2.2 ควรศึกษาในทางอื่นนี้อีก โดยศึกษากับตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ฯลฯ เป็นต้น

2.3 ควรศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง
ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาไว้แล้ว รวมทั้งการแยกวิเคราะห์ตามตัวแปรคุณลักษณะของผู้เรียน
เช่น ความถนัดทางกลไก ฯลฯ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล สุตประเสริฐ. หลักและวิธีการวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2510.
- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : ครูสภา, 2533.
- เจริญ บุญรัตน์. การทำและการใช้อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น. เอกสารการอบรมสัมมนาผู้สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสาธิต กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ, 2511.
- ทวาล แพรัตกุล. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2516.
- ชุดิมา วัฒนะศิริ. กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.
- ทศรี วงศ์รัตน์. แบบแผนการทดลองและสถิติ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ไชย สาลีนัน. การประดิษฐ์และสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.
- ทวีเกียรติ ไชยงยศ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการวาดภาพคนโดยวิธีสอนแบบ
ในออกนอก กับวิธีสอนแบบนอกเข้าใน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- ธงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ. "ความรู้เกี่ยวกับการใช้วัสดุอุปกรณ์ และการสร้างอุปกรณ์
ทดแทน," ในเอกสารการสอนทฤษฎีการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 - 15.
หน้า 176 - 272. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,
2526.
- นพเก้า สุนทรเกส. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบการเรียนรู้
เป็นทีมกับการเรียนแบบบรรยายประกอบการสาธิตของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่สอง.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

- นวลจันทร์ เกราะพัฒน์, คู่มือปฏิบัติการถ่ายภาพขาว - ดำ, กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
- บุญเกิด ภิญโญนันตพงษ์, การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ, กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.
- . การวัดและการประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2521.
- ประภาพร สุวรรณรัตน์, การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์, ปรินุณานพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ประมวล ศิริวัฒน์แก้ว และคนอื่น ๆ . การสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วัสดุ ในท้องถิ่นของภาคตะวันออกเฉียงใต้ รายงานผลการวิจัย ปีงบประมาณ 2522, ม.ป.ท., ม.ป.ป.
- ประหยัด จิระวรพงศ์, เทคโนโลยีทางการถ่ายภาพ เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยี 107 และ 333 ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา, ม.ป.ป.
- ปรีดา เพชรมีศรี, การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในทางทวิข้อ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ, ปรินุณานพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.
- ปาริชาติ แก้วเจริญ, การสร้างเครื่องมือวัดความสามารถด้านงานเพื่อมิสละเบื้องต้นของ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม, วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2531. อัดสำเนา.
- เปียน ไชยสร, เครื่องมือวัดและประเมินผลการศึกษา, เชียงใหม่ : ภาควิชาการ ประเมินผล และวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2526.

- เดียน ไชยศรี. "การวัดผลงานภาคปฏิบัติ," การสำรวจการวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : สหพันธ์ทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, วันที่ 8 ฉบับที่ 23 กันยายน - ธันวาคม 2529.
- เพียว ยืนดีสุข. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาที่สาม โดยการสอนแบบให้เกมกับการสอนแบบบรรยายประกอบ การสาริต, วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.
- พิศาล สร้อยรุห์รา. ใ้คสอนวิชาวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2525.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. การพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนบูรณาการการพัฒนา การสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.
-, ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2, 2525.
- วันดา จึงประสิทธิ์. เทคนิคการถ่ายภาพ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2529.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยี 333 การถ่ายภาพเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519.
- วาสนา ขาวหา. เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยี 330 การทำอุปกรณ์การสอนอย่างง่าย. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2524.
- วิชัย ดิสสระ. การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ : เอกซ์เพรสมีเดีย, 2533.
- วุฒิชัย จานงค์. พฤติกรรมการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.
- ศักดิ์ ศรีพันธุ์. เทคนิคการถ่ายภาพ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.
- สุกฤษณ์ พวงเดช. ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยการใช้อุปกรณ์ทดแทน กับอุปกรณ์แบบของ สสวท. เรื่อง โลกและดวงดาว กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สภาฯ. เอกสารประกอบการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์, สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป, 2520.

สนั่น ปัทมะทัน. ตำราถ่ายรูป. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2504.

สมเกียรติ กรีกทอง. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์การถ่ายภาพ.

กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

สมบัติ สวอนไพบุลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

สมบูรณ์ ชัดพงศ์. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทาง
การศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522.

สมบัติ ศรียกนันท์. การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรม
สร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์. ปรินิพนธ์ กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

สมพงษ์ ศิริเจริญ และคนอื่น ๆ. "คุณค่าของวัสดุทดแทน," ใน คู่มือการทำวัสดุทด
แทน หน้า 1 - 7. โครงการพัฒนาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2506.

สมาน เจริญการ. การถ่ายภาพเบื้องต้น. วิทยาลัยครูสวนสุนันทา, 2529.

ส.วาสนา ประवालพุกษ์. "การสอบการปฏิบัติ," วารสารวัดผลการศึกษา.

กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, พฤษภาคม - สิงหาคม 2527.

สัญญา ทิพย์เสนา. การศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอน
แบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา.

ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2517. อัดสำเนา.

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. "การเรียนรู้เพื่อรับรู้," วารสารการวัดผลการศึกษา. 1(3) :
1 - 9 ; มกราคม - เมษายน 2533.

สิริพร จันทวรรณ. ปัญหาและความต้องการสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพในโรงเรียน
มัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 8. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อัดสำเนา.

- สุจริต เพ็ชรทอง และสายใจ อันทรมพรรัตน์, วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา,
กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.
- สุชาติ ศิริสุภาพิบูลย์, การสอนทักษะปฏิบัติ, กรุงเทพฯ : สภาบัณฑิตในโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2526.
- สุภาพ วาดเขียน, มาตรฐานและประเมินผลพฤติกรรม, กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิจัย
การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.
- สุวิธ บุตรสุวรรณ, ผลการเรียนรู้ทักษะจากเนื้อหาที่ซับซ้อนและไม่ซับซ้อนในวิชางานไฟฟ้า
โดยวิธีการสาธิต 2 แบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3), ปรินญาพนธ์
กศ.ม, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
อัสสาเนา.
- เสถียร อู่สาทะ, การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังเพื่อคัดนักศึกษา
เข้าศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง, วิทยานิพนธ์ ค.ม, กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526. อัสสาเนา.
- หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, เขตการศึกษา 1. การสำรวจชุมชนครูวิทยุ, ฉบับที่ 1,
2535.
- อรพจน์ ประสิทธิ์รัตน์, เอกสารประกอบการสอนวิชาการถ่ายภาพเบื้องต้น เทคนิ 333,
กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
บางเขน, 2525.
- อังกศ ส่วยยศ, "การหาคุณภาพของแบบทดสอบ", เอกสารประกอบการฝึกอบรม การวัด
และประเมินผลการศึกษา, กรุงเทพฯ : ภาคพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
-, "เทคนิคการเขียนข้อสอบวัดภาคปฏิบัติ", เอกสารประกอบการฝึกอบรมการวัด
และประเมินผลการศึกษา, กรุงเทพฯ : ภาคพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
- อุทัย ชีวะธนรักษ์, การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนแบบเดิม
ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับ ป.กศ., ปรินญาพนธ์ กศ.ม, มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัสสาเนา.

- Batchelder, Howard T. Audiovisual Materials in Teaching Education.
p. 33. New York : McGraw - Hill, Book Co, 1956.
- Bloom, Benjamin S. Handbook of Formative and Summative Evaluation
of Student Learning. New York : McGraw - Hill Book Company.
1971.
- Bloom, B.S. and others. Taxonomy of Educational Objectives : Book 1
Cognitive Domain. London : Longman Inc. 1956.
- Carol, John B. "A Model of School Learning," Teaching College
Record. 64 : 723 - 733, May, 1963.
- Eastman, Kodak. Close - up Photography & Photomacrography.
New York : Eastman Kodak Company, 1977.
- _____. Creative Darkroom Techniques. New York : Eastman Kodak
Company, 1975.
- Games and George R. Klare. Elementary Statistics : Data Analysis
for the Behavioral Sciences. New York : McGraw - Hill Book-
Company, 1967.
- Hedgecoe, John. The Book of Photography. London : Ebury Press,
1976.
- Horenstein, Henry. Beyond Basic Photography. Boston : Little,
Brown and Company, 1977.
- Langford, Michael J. Basic Photography. London : The Focal Press,
1973.
- Pittara, Ernest H., ed. The Compact Photo Lab Index. New York :
Morgan & Morgan, Inc., 1979.
- Rhode, Robert B, and Floyd H. McCall. Introduction to Photography.
New York : MacMillan Publishing Co., Inc. 1976.
- Riley, Joseph. "The Effect of Science Process Training on
Preservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities
Understanding of Science Attitudes Toward Science and Science
Teaching," Dissertation Abstracts International. 35 :
5152 - A ; February, 1975.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการอรรถาธิบายภาพขาวดำ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การอรรถาธิบายภาพขาวดำ (เชิงเนื้อหา
และเชิงปฏิบัติ)

แบบประเมินความสามารถในการอรรถาธิบายภาพขาวดำ

แบบทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการถักทอภาพถ่ายขาวดำ

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และเลขที่ในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงตัวเลือกเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 60 ข้อ ใช้เวลาทำ 60 นาที
4. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการคุมสอบ

1. วัสดุอุปกรณ์ใด ไม่จำเป็นต้อง ใช้ ในการอัดขยายภาพขาวดำ
 - ก. เครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ
 - ข. ที่วางกระดาษอัดภาพ
 - ค. เครื่องวัดความเข้มของแสง
 - ง. น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ

2. ข้อใดคือหน้าที่ของน้ำยาสีสร้างภาพ
 - ก. ทำให้ทุกส่วนของภาพคมชัด
 - ข. ทำให้เกิดภาพปรากฏบนกระดาษอัดภาพ
 - ค. ทำให้ภาพมีระดับความเข้มของสีขาวดำพอเหมาะ
 - ง. ทำให้ภาพที่เกิดบนกระดาษอัดภาพมีระดับความเข้มของสีขาวดำคงที่

3. เหตุใดจึงต้องนำกระดาษอัดภาพที่ผ่าน การล้างน้ำยาทั้งหมดแล้วมาแช่ในภาคน้ำไหล
 - ก. เพื่อล้างน้ำยาล้างภาพที่ติดมาให้หมด
 - ข. เพื่อล้างน้ำยาสีสร้างภาพที่ติดมาให้หมด
 - ค. เพื่อล้างน้ำยาหยุดภาพที่ติดมาให้หมด
 - ง. เพื่อล้างน้ำยาคงสีภาพที่ติดมาให้หมด

4. อุปกรณ์ในข้อต่อ ไปนี้ข้อ ใดที่มีความจำเป็นที่สุด ในการอัดขยายภาพขาวดำ
 - ก. ที่วางกระดาษอัดภาพ
 - ข. น้ำยาล้างภาพทั้งหมด
 - ค. เครื่องตั้งเวลาฉายแสง
 - ง. เครื่องทำให้ภาพแห้ง

5. เครื่องตั้งเวลาการฉายแสง มีหน้าที่ตรงกับข้อใดในกระบวนการอัดขยายภาพขาวดำ
 - ก. เป็นนาฬิกาที่ใช้ในการจับเวลาขณะอัดขยายภาพในแต่ละภาพ
 - ข. เป็นสวิตช์อัตโนมัติที่ทำให้เกิดหลอดไฟในเครื่องอัดขยายภาพตามเวลาที่ต้องการ
 - ค. เป็นเครื่องมือวัดความเค็มการได้เกิดหลอดไฟแสงสีแดงที่ใช้ในห้องมืด
 - ง. เป็นนาฬิกาจับเวลาในขณะที่นำกระดาษอัดภาพไปล้างในน้ำยาล้างภาพ

6. อุปกรณ์ใดไม่มีความจำเป็นต้องใช้ในการล้างกระดาษอัดภาพ
 - ก. น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ
 - ข. เครื่องอัดขยายภาพขาวดำ
 - ค. ถาดใส่น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ
 - ง. ถาดน้ำไหลสำหรับแช่กระดาษอัดภาพ

7. หลอดไฟที่ให้แสงสีแดงในห้องมืดมีประโยชน์อย่างไรในการอัดขยายภาพขาวดำ
 - ก. ช่วยทำให้ภาพไม่มีคราบสีเหลือง ปรากฏอยู่ตามบริเวณต่าง ๆ
 - ข. ช่วยทำให้เห็นภาพที่เกิดบนกระดาษอัดภาพโดยแสงจากหลอดไฟไม่ทำให้ภาพเสีย
 - ค. ช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่าง น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพกับเยื่อไวแสงได้อย่างรวดเร็ว
 - ง. ช่วยทำให้ภาพคมชัดสดใสและความเข้มของสีขาวดำเกิดขึ้นอย่างเหมาะสม

8. วัสดุอุปกรณ์ชนิดใดในกระบวนการอัดขยายภาพขาวดำที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างแสงกับเยื่อไวแสงในช่วงแรก
 - ก. เครื่องอัดขยายภาพขาวดำ
 - ข. น้ำยาล้างภาพ
 - ค. น้ำยาหยุดภาพ
 - ง. น้ำยาคงสภาพ

9. फिल्मเนกาตีฟมีความสำคัญอย่างไร ในกระบวนการถ่ายภาพยนตร์
- เป็นวัสดุที่ทำให้เกิดภาพที่มีสีตรงข้ามกับสีของฟิล์มเนกาตีฟบนกระดาษอัดภาพ
 - เป็นวัสดุที่ทำให้เกิดภาพที่มีสีเหมือนกับสีของฟิล์มเนกาตีฟบนกระดาษอัดภาพ
 - เป็นวัสดุที่ทำให้เกิดภาพยนตร์เหมือนวัสดุจริงในธรรมชาติ
 - เป็นวัสดุที่ทำให้เกิดภาพสีขาวดำตามสีของฟิล์มเนกาตีฟ
10. อุปกรณ์ชนิดใดที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แสงจากเครื่องถ่ายภาพทำปฏิกิริยากับกระดาษอัดภาพ
- ฟิลเตอร์สีแดง
 - ปุ่มรีโมท
 - ที่วางกระดาษอัดภาพ
 - สวิตช์ตั้งเวลาฉายแสง
11. ถ้านักเรียนต้องการถ่ายภาพให้มีขนาดใหญ่กว่าเดิม นักเรียนจะเลือกกระทำในข้อใด
- เปลี่ยนเลนส์ขยายให้มีกำลังขยายมากขึ้น
 - ให้หลอดฉายแสงที่ให้ความสว่างมากขึ้น
 - ปรับปุ่มเลื่อนเครื่องถ่ายภาพให้สูงขึ้น
 - ใช้กระดาษอัดภาพที่มีขนาดตามที่ต้องการ
12. นักเรียนมีวิธีการควบคุมเวลาในการฉายแสงของเครื่องถ่ายภาพได้อย่างไร
- ปรับภาพให้ชัดเจนก่อนทำการฉายแสงลงกระดาษอัดภาพ
 - ตรวจสอบหลอดฉายแสงของเครื่องถ่ายภาพให้เรียบร้อย
 - ปรับปุ่มตั้งเวลาการฉายแสงของสวิตช์ตั้งเวลาการฉายแสงตามต้องการ
 - หมุนฟิลเตอร์สีแดงมาบังเลนส์ขยายภาพให้เกิดภาพสีแดงทั้งภาพ

13. ถ้าภาพที่ฉายออกมา ไม่คมชัดนัก เรียงจะมีวิธีการแก้ไขอย่างไร
 - ก. ปรับเลื่อนเครื่องฉายภาพให้สูงขึ้น
 - ข. เพิ่มเวลาในการฉายแสงให้มากขึ้น
 - ค. ปรับโฟกัสของเลนส์ฉายภาพ
 - ง. เลือกขนาดของที่วางกระดาษอัดภาพให้เหมาะสม

14. อุปกรณ์ใดที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเลือกภาพที่ต้องการอัดขยาย
 - ก. ที่วางกระดาษอัดภาพ
 - ข. ปุ่มปรับเลื่อนเครื่องอัดขยายภาพขึ้นลง
 - ค. สวิตช์ตั้งเวลาการฉายแสง
 - ง. ที่บรรจุฟิล์มเนกาตีฟ

15. ข้อใดคือหน้าที่ของเลนส์ฉายภาพ
 - ก. ทำให้ภาพมีขนาดใหญ่ขึ้น
 - ข. ทำให้ภาพคมชัดขึ้นกว่าปกติ
 - ค. ทำให้เกิดภาพปรากฏบนกระดาษอัดภาพ
 - ง. ทำให้ภาพมีสีตรงตามธรรมชาติ

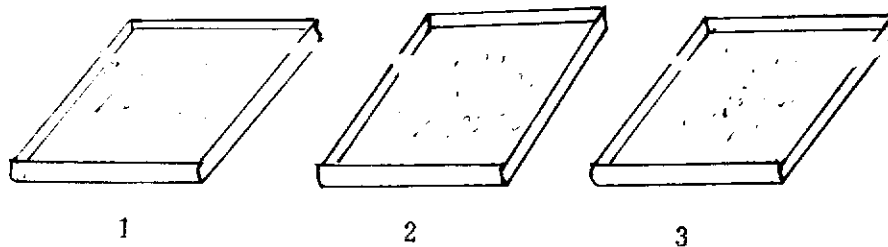
16. ในการอัดขยายภาพนัก เรียงคิดว่าอุปกรณ์ใดในข้อต่อไปนี้ที่สำคัญที่สุดในการทำให้เกิดภาพ
 - ก. เลนส์ฉายภาพ
 - ข. ฟิล์มเนกาตีฟ
 - ค. ที่วางกระดาษอัดภาพ
 - ง. ปุ่มปรับ โฟกัส

17. ถ้าภาพที่ฉายลงบนกระดาษอัดภาพ ไม่คมชัดน่าจะมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ในข้อใด
- ฟิล์มเนกาตีฟ ปุ่มรับไฟกัส สวิตช์ตั้งเวลาการฉายแสง
 - ฟิล์มเนกาตีฟ ที่วางกระดาษอัดภาพ ปุ่มรับไฟกัส
 - ปุ่มรับไฟกัส ฟิล์มเคลือบสีแดง ฟิล์มเนกาตีฟ
 - สวิตช์ตั้งเวลาการฉายแสง ฟิล์มเคลือบสีแดง ที่วางกระดาษอัดภาพ
18. ข้อความใดต่อไปนี้ เป็นหน้าที่ของที่วางกระดาษอัดภาพ
- ช่วยยึดกระดาษอัดภาพไม่ให้เคลื่อนที่ขณะฉายแสง
 - ช่วยกำหนดขนาดของกระดาษอัดภาพ
 - ช่วยกำหนดระยะเวลาในการฉายแสงให้เหมาะสม
 - ช่วยให้ภาพมีความเข้มของสีเหมาะสม
19. เราจะใช้ฟิล์มเคลือบสีแดงในกรณีใดต่อไปนี้
- เมื่อต้องการเปลี่ยนฟิล์มเนกาตีฟ
 - เมื่อต้องการปรับภาพให้คมชัด
 - เมื่อต้องการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น
 - เมื่อต้องการปรับภาพให้เล็กลง
20. ถ้าภาพที่ปรากฏขณะฉายแสงมีขนาดใหญ่กว่ากระดาษอัดภาพมาก ควรแก้ปัญหาด้วยวิธีการในข้อใด
- เลื่อนเครื่องอัดขยายภาพให้สูงขึ้น
 - เลื่อนเครื่องอัดขยายภาพให้ต่ำลง
 - ตั้งเวลาการฉายแสงให้มากขึ้น
 - ตั้งเวลาการฉายแสงให้น้อยลง

21. ข้อความในข้อต่อ ให้เลือก โดยถูกต้องที่สุด
- ฐานเครื่องอัดขยายภาพทำหน้าที่ยึดที่วางกระดาษอัดภาพ
 - ที่วางกระดาษอัดภาพช่วยให้ภาพไม่โค้งงอ
 - ปุ่มปรับโฟกัสภาพทำหน้าที่ปรับภาพให้คมชัดในระยะต่าง ๆ
 - ถ้าขาดฟิลเตอร์สีแดงจากจอที่ ฟิลเตอร์สีอื่นแทนได้แต่ต้องมีสีใหม่
22. ขั้นตอนแรกของการอัดขยายภาพคือใช้ใด
- ใส่ฟิล์มบนภาตึฟที่ต้องการอัดขยาย
 - ปรับโฟกัสให้ได้ภาพที่คมชัด
 - ล้างกระดาษอัดภาพตามขั้นตอนการล้าง
 - ปรับระดับความสูงต่ำของเครื่องอัดขยายภาพให้เหมาะสม
23. ใช้ใดเป็นวิธีการใส่ฟิล์มบนภาตึฟที่จะอัดขยายเข้าไปในเครื่องอัดขยายภาพได้อย่างถูกต้อง
- วางฟิล์มด้านผิวมันขึ้นด้านบนให้ภาพบนฟิล์มเป็นภาพหัวตั้ง
 - วางฟิล์มด้านผิวมันขึ้นด้านบนให้ภาพบนฟิล์มเป็นภาพหัวกลับ
 - วางฟิล์มด้านผิวด้านขึ้นด้านบนให้ภาพบนฟิล์มเป็นภาพหัวตั้ง
 - วางฟิล์มด้านผิวด้านขึ้นด้านบนให้ภาพบนฟิล์มเป็นภาพหัวกลับ
24. ในการใส่กระดาษอัดภาพลงในที่วางกระดาษก่อนทำการฉายแสง ข้อใดปฏิบัติได้ถูกต้องที่สุด
- วางกระดาษอัดภาพให้อยู่ในแนวเดียวกับภาพที่ได้จากเครื่องอัดขยายแล้วหันด้านที่มีผิวด้านขึ้นข้างบน
 - วางกระดาษอัดภาพให้อยู่ในแนวเดียวกับภาพที่ได้จากเครื่องอัดขยายแล้วหันด้านที่มีผิวมันขึ้นข้างบน
 - วางกระดาษอัดภาพอย่างไรก็ได้แต่ต้องหันด้านที่มีผิวด้านขึ้นข้างบน
 - วางกระดาษอัดภาพอย่างไรก็ได้แต่ต้องหันด้านที่มีผิวมันขึ้นข้างบน

25. ข้อความใดเป็นคำกล่าวที่ถูกต้องเกี่ยวกับภาพที่เกิดขึ้นบนกระดาษอัดภาพเมื่อผ่าน
การฉายแสงแล้วแต่ยังมิได้ผ่านกระบวนการล้างภาพ
- เมื่อฉายแสงแล้วจะปรากฏภาพบนกระดาษอัดภาพชัดเจน
 - เมื่อฉายแสงแล้วจะไม่มีภาพปรากฏบนกระดาษอัดภาพ
 - เมื่อฉายแสงแล้วจะมีภาพปรากฏบนกระดาษอัดภาพแต่ซีดจางมาก
 - เมื่อฉายแสงแล้วจะมีภาพปรากฏบนกระดาษอัดภาพแต่มีสีเหมือนภาพจากฟิล์มเนกาตีฟ
26. ในการล้างกระดาษอัดภาพ ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้อง
- นำกระดาษอัดภาพล้างในน้ำยาคงสภาพก่อน
 - นำกระดาษอัดภาพล้างในน้ำยาสร้างภาพก่อน
 - นำกระดาษอัดภาพล้างในน้ำยาหยุดภาพก่อน
 - นำกระดาษอัดภาพล้างในน้ำสะอาดให้เปียกก่อน

คำชี้แจง ภาพแสดงการจัดเรียงน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ ให้ตอบคำถามข้อ 27 - 31



27. ข้อใดเป็น การจัดเรียงน้ำยาล้างภาพได้ถูกต้องตามลำดับ ดังภาพ
- น้ำยาคงสภาพ น้ำยาสร้างภาพ น้ำยาหยุดภาพ
 - น้ำยาหยุดภาพ น้ำยาคงสภาพ น้ำยาสร้างภาพ
 - น้ำยาสร้างภาพ น้ำยาหยุดภาพ น้ำยาคงสภาพ
 - น้ำยาหยุดภาพ น้ำยาสร้างภาพ น้ำยาคงสภาพ

28. การสร้างกระดาดภาพในขั้นตอนใดใช้เวลาานที่สุด
- ขั้นที่ 1
 - ขั้นที่ 2
 - ขั้นที่ 3
 - ทุกขั้นใช้เวลาเท่ากัน
29. นำยาล้างกระดาดภาพในลำดับที่ 2 หน้าอย่างไร
- สร้างภาพให้เกิดขึ้นบนกระดาดภาพ
 - หยุดภาพที่กำลังเกิดบนกระดาดภาพ
 - ทำให้ภาพที่เกิดบนกระดาดคงสภาพเดิมไม่เปลี่ยนแปลง
 - หยุดภาพที่กำลังเกิดบนกระดาดภาพและทำให้ภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลง
30. กระดาดภาพที่ผ่านกระบวนการล้างขั้นที่ 3 แล้วควรนำไปปฏิบัติตามข้อใด
- นำไปแช่ในถาดน้ำไหลต่ออีก 30 นาที
 - นำไปทำการอบแห้งในเครื่อง อบภาพ
 - นำไปตากที่ราวตากให้ภาพแห้งก่อน
 - นำไปเก็บในกล่องเก็บกระดาดภาพนาน 30 นาที
31. เมื่อภาพที่ปรากฏบนกระดาดภาพมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเป็นดวง ๆ นักเรียนคิดว่าน้ำจะเกิดจากสาเหตุใด
- แช่น้ำยาในลำดับที่ 1 น้อยเกินไปและไม่ได้แกว่งภาพให้เคลื่อนที่
 - แช่น้ำยาในลำดับที่ 2 น้อยเกินไปและไม่ได้แกว่งภาพให้เคลื่อนที่
 - แช่น้ำยาในลำดับที่ 3 น้อยเกินไปและไม่ได้แกว่งภาพให้เคลื่อนที่
 - แช่น้ำในถาดน้ำไหลน้อยเกินไปและไม่ได้แกว่งภาพให้เคลื่อนที่

32. เมื่อภาพที่ปรากฏบนกระดาษอัดภาพมีจุดดำกลมเป็นหย่อม ๆ นักเรียนคิดว่าน่าจะเกิดจากสาเหตุใด

- ก. หลอดฉายแสงเริ่มผิดปกติ
- ข. ฟิล์มเนกาตีฟมีรูหรือฟองอากาศติดอยู่
- ค. ปรับโฟกัสภาพไม่คมชัดเท่าที่ควร
- ง. เลื่อนระดับความสูงของเครื่องอัดภาพน้อยเกินไป

33. เมื่อภาพที่ปรากฏบนกระดาษอัดภาพมีสีดำมืดมากเกินไปนักเรียนคิดว่าน่าจะเกิดจากสาเหตุใด

- ก. หลอดฉายแสงผิดปกติ
- ข. ภาพบนฟิล์มเนกาตีฟดำมาก
- ค. การฉายแสงใช้เวลาสั้นเกินไป
- ง. เลื่อนระดับความสูงของเครื่องอัดภาพน้อยเกินไป

34. ถ้านักเรียนต้องการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นควรปฏิบัติตามข้อใด

- ก. เลื่อนระดับความสูงของเครื่องอัดขยายภาพให้มากขึ้น
- ข. เพิ่มระยะเวลาการฉายแสงให้นานขึ้นกว่าเดิมอีก
- ค. ปรับโฟกัสเลนส์ขยายภาพให้มีกำลังขยายมากขึ้นอีก
- ง. เปลี่ยนขนาดที่วางกระดาษอัดภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิม

35. ในการตากกระดาษอัดภาพที่ผ่านกระบวนการล้างภาพแล้ว ข้อใดไม่ควรปฏิบัติ

- ก. ตากกระดาษอัดภาพในห้องมืด
- ข. ตากกระดาษอัดภาพในที่ที่มีแสงสว่าง
- ค. ตากกระดาษอัดภาพตากกันเพื่อประหยัดเนื้อที่
- ง. ตากกระดาษอัดภาพในห้องที่เปิดเครื่องปรับอากาศ

36. ข้อความต่อไปนี้ข้อใด ไม่ควรปฏิบัติขณะ เปิด ไฟนริทซ์
- หยิบกระดาษอัดภาพออกจากกล่อง
 - กำลังฉายแสงลงบนกระดาษอัดภาพ
 - นำกระดาษอัดภาพไปล้างน้ำยาล้างภาพ
 - จัดเตรียมอุปกรณ์ก่อนทำการอัดขยายภาพ
37. ถ้าต้องการฉายแสงนาน 30 วินาที แต่สวิตช์ตั้งเวลาได้สูงสุดเพียง 10 วินาที นักเรียนจะมีวิธีปฏิบัติอย่างไร
- ทำการฉายแสง โดยไม่ต้องใช้สวิตช์ตั้งเวลาการฉายแสง
 - ทำการฉายแสงเป็น 3 ช่วง โดยใช้ช่วงเวลาละ 10 วินาที
 - ทำการฉายแสงเป็น 6 ช่วง โดยใช้ช่วงเวลาละ 5 วินาที
 - ต้องหาเครื่องตั้งเวลาการฉายแสงใหม่ที่สามารถตั้งเวลาการฉายแสงได้ 30 วินาที
38. ระยะเวลาในการฉายแสงมีผลต่อภาพที่อัดขยายอย่างไร
- ถ้าช่วงเวลาการฉายแสงยาว ภาพที่ได้จะมีสีดำเข้ม
 - ถ้าช่วงเวลาการฉายแสงสั้น ภาพที่ได้จะมีสีดำเข้ม
 - ถ้าช่วงเวลาการฉายแสงยาว ภาพที่ได้จะมีความคมชัดมาก
 - ถ้าช่วงเวลาการฉายแสงสั้น ภาพที่ได้จะมีความคมชัดมาก

คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้แล้ว ให้ตอบคำถามในข้อ 39-41

"นำภาพที่จะอัดขยายมาทำการฉายแสงลงบนกระดาษอัดภาพแผ่นเดียวกัน

ในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน คือ 5, 10, 15, 20, วินาที โดยแบ่งกระดาษออกเป็น 4 ส่วน

39. จากข้อความที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ให้การอธิบายวิธีการใด ในการอัดขยายภาพ
- การอัดขยายภาพให้ได้ภาพที่มีขนาดใหญ่และคมชัดที่สุด
 - เป็นการตรวจสอบว่าช่วงเวลาการฉายแสงช่วงใดทำให้เกิดภาพคมชัดที่สุด
 - เป็นการตรวจสอบว่ากระดาษในส่วนใดทำให้เกิดภาพคมชัดที่สุด
 - เป็นการตรวจสอบตำแหน่งการวางที่วางกระดาษอัดภาพเพื่อให้ได้ภาพที่คมชัดที่สุด

ก. ขณะฉายแสงลงบนกระดาษอัดภาพในช่วงเวลาต่าง ๆ ควรใช้กระดาษบังแสง

40. จากข้อความที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นักเรียนจะทราบผลการทดสอบ ได้ โดยวิธีการใด
- นำกระดาษที่ผ่านการฉายแสงแล้ว ไปล้าง ในน้ำยาสร้างภาพ
 - นำกระดาษที่ผ่านการฉายแสงแล้ว ไปผ่านกระบวนการล้างภาพทุกขั้นตอน
 - นำกระดาษที่ผ่านการฉายแสงแล้ว ไปจุ่มน้ำให้เปียกก่อนนำไปผ่านกระบวนการล้างภาพ
 - นำกระดาษที่ผ่านการฉายแสงแล้ว ไปจุ่มในน้ำยาสร้างภาพและน้ำยาคงสภาพ
41. จากการทดสอบตามข้อความข้างต้น อุปกรณ์ใดที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ในการทดสอบครั้งนี้
- กระดาษทั้งแสง
 - ที่วางกระดาษอัดภาพ
 - น้ำยาคงสภาพ
 - เครื่องวัดความเข้มของแสง
42. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดไม่ควรปฏิบัติในการทดสอบหาระยะเวลาในการฉายแสง
- ขณะฉายแสงลงบนกระดาษอัดภาพในช่วงเวลาต่าง ๆ ควรใช้กระดาษทั้งแสง
 - ขณะนำกระดาษอัดภาพไปผ่านกระบวนการล้างภาพต้องทำให้ครบทุกขั้นตอนของการล้างภาพ
 - ขณะที่ทำการฉายแสงลงบนกระดาษอัดภาพไม่ควรเปิดไฟในรัย
 - ขณะที่การล้างภาพไม่ควรเปิดไฟในรัยอย่างเด็ดขาด
43. จากการทดสอบการหาเวลาการฉายแสง นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอัดขยายภาพได้อย่างไร
- นำไปเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการฉายแสงเพื่อให้ได้ภาพที่มีสีขาวดำเหมาะสม
 - นำไปเลือกส่วนของกระดาษที่ทำการฉายแสงเพื่อให้ได้ภาพที่มีสีขาวดำเหมาะสม
 - นำไปเลือกชนิดของกระดาษอัดภาพให้เหมาะสมกับภาพที่จะอัด
 - นำไปเลือกใช้น้ำยาของกระดาษอัดภาพให้เหมาะสมกับภาพที่จะอัด

44. ลักษณะของภาพตามข้อใดที่แสดงให้เห็นว่า ได้เลือกช่วงเวลาของการฉายแสงที่เหมาะสมที่สุด
- ภาพชัดเจนสีดำและสีขาวเข้ม
 - ภาพชัดเจนสีดำและสีขาวตัดกันอย่างเด่นชัด
 - ภาพชัดเจนสีดำและสีขาวเหมือนธรรมชาติ
 - ภาพชัดเจนสีดำและสีขาวกลมกลืนกัน
45. เมื่อนำช่วงเวลาของการฉายแสงที่เหมาะสมมาทำการอัดขยายภาพปรากฏว่าภาพที่ได้ไม่คมชัดเหมือนที่ได้ทำการทดสอบ นักเรียนคิดว่าน่าจะเกิดจากสาเหตุใด
- ภาพจากฟิล์มเนกาตีฟไม่คมชัด
 - น้ำยาล้างภาพตัวใดตัวหนึ่งเริ่มเสื่อมสภาพ
 - น้ำกระดาษอัดภาพไวแสงในน้ำยาล้างภาพนานเกินไป
 - น้ำกระดาษอัดภาพไวแสงในน้ำยาคงภาพนานเกินไป
46. ช่วงเวลาของการฉายแสงที่เหมาะสม ไม่ควรนำมาใช้อัดขยายภาพในข้อใด
- ภาพเดิมที่ทดสอบและขนาดภาพเท่าเดิม
 - ภาพเดิมที่ทดสอบใช้ได้กับภาพทุกขนาด
 - ภาพจากฟิล์มเนกาตีฟผ่านได้ก็ได้อัตราที่มีความเข้มของสีขาวดำใกล้เคียงกันและอัดให้มีขนาดภาพเท่ากัน
 - ภาพจากฟิล์มเนกาตีฟที่อยู่ในน้ำวนเดียวกันและความเข้มของสีขาวดำใกล้เคียงกันอัดภาพขนาดเท่ากัน
47. ข้อความใดที่ไม่ใช่ลักษณะของภาพที่มีคุณภาพดี
- ภาพคมชัดสีดำและสีขาวเหมือนธรรมชาติ
 - ภาพที่ถ่ายตอนใกล้ค่ำแต่สดใสเหมือนกลางวัน
 - ภาพที่มีจุดเน้นคมชัดอยู่ในตำแหน่งด้านบนสุดของภาพ
 - ภาพที่มีความคมชัดเท่าเทียมกันทุกส่วนของภาพ

48. คุณภาพของภาพควรพิจารณาจากข้อใด

- ก. การจัดภาพ ความสมบูรณ์ของภาพ ความประณีตเรียบร้อย ความคมชัด
- ข. การจัดภาพ ความสมบูรณ์ของภาพ ความคงทน ความคมชัด
- ค. การจัดภาพ ความสมบูรณ์ของภาพ ความประณีตเรียบร้อย ความคงทน
- ง. ความคมชัด ความประณีตเรียบร้อย ความสละสลวย ความคงทน

49. เกณฑ์พิจารณาความสมบูรณ์ของภาพข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก. ชอบภาพไม่เป็นสีเทา
- ข. ภาพไม่มีสีเหลืองเป็นบางส่วน
- ค. ภาพไม่มีจุดขาวหรือดำกระจายอยู่ทั่วไป
- ง. ไม่มีการจัดภาพตามหลักเกณฑ์การจัดภาพ

50. ภาพที่มีขอบภาพเป็นสีเทาน่าจะเกิดจากสาเหตุใดในข้อใด

- ก. กระจกอัดภาพเริ่มเสื่อมคุณภาพ
- ข. เยื่อไวแสงบนกระจกอัดภาพถูกแสง
- ค. ฟิล์มเนกาตีฟมีรอยขีดข่วน
- ง. น้ำยาล้างกระจกอัดภาพเริ่มเสื่อมคุณภาพเพราะถูกใช้มานาน

51. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ใช่เกณฑ์พิจารณาความประณีตเรียบร้อยของภาพ

- ก. ชอบภาพไม่เอียง
- ข. ความเข้มของสีขาวดำพอเหมาะ
- ค. ไม่มีเส้นดำปรากฏที่ขอบภาพ
- ง. เยื่อไวแสงไม่หลุดลอกเป็นจุด ๆ

52. ภาพที่มีขอบภาพเอียงน่าจะเกิดมาจากสาเหตุในข้อใด
- ใช้กระดาษอัดภาพที่มีความหนาแน่นน้อยมาก
 - ใส่กระดาษอัดภาพผิดด้าน
 - ใส่กระดาษอัดภาพ ไม่ตรงมุมทั้งสี่ของตัววางกระดาษอัดภาพ
 - ปรับระดับความสูงของเครื่องอัดขยายภาพไม่เหมาะสมกับขนาดของภาพ
53. เยื่อ ไนแสงหลุดล่อนน่าจะเกิดจากสาเหตุข้อใด
- ภาพถูกแช่ในน้ำยาสร้างภาพนานเกินไป
 - ภาพถูกแช่ในน้ำยาหยุดภาพนานเกินไป
 - ภาพถูกแช่ในน้ำยาคงสภาพนานเกินไป
 - ภาพถูกแช่ในน้ำจากถาดน้ำไหลนานเกินไป
54. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ใช่เกณฑ์พิจารณาความคมชัดของภาพ
- ภาพต้องไม่มีสีขาวที่ตจวนมองไม่เห็นความแตกต่าง
 - ภาพต้องไม่มีตจวนมองไม่เห็นความแตกต่าง
 - ภาพต้องไม่มีสีเข้มมากกว่าวัตถุจริง
 - ภาพมีความคมชัดเท่ากับภาพที่ปรากฏบนฟิล์มเนกาตีฟ
55. ระดับความเข้มของสีขาวคำพิจารณาได้จากข้อความใดในข้อต่อไปนี้
- ภาพต้องไม่ขาวที่ตจวนมอง ไม่เห็นความแตกต่าง
 - ภาพต้องไม่มีสีขาวดำเข้มมากกว่าวัตถุจริง
 - ภาพต้องไม่มีสีขาวดำเข้มน้อยกว่าวัตถุจริง
 - สีขาวคำบนภาพต้องสามารถจำแนกความแตกต่างของวัตถุได้

56. ความคมชัดของภาพพิจารณาได้จากข้อใดต่อไปนี้
- เยื่อ โนแสง ไม่หลุดลอก
 - ภาพต้องไม่มีจุดขาวดำกระจายอยู่ทั่วไป
 - ภาพต้อง ไม่ดำมืดจนมอง ไม่เห็นความแตกต่าง
 - สีขาวดำบนภาพช่วยให้สามารถจำแนกความแตกต่างของวัตถุได้
57. จุดเน้นของภาพ ไม่ชัดเจนน่าจะเกิดจากสาเหตุในข้อใด
- ปรับระดับความสูงของเครื่องถ่ายภาพไม่เหมาะสม
 - ปรับ ไฟกะพริบแสงส่องถ่ายภาพ ไม่ชัดเจน
 - ล้างกระดาดภาพ ไม่ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน
 - เปิดหลอด ไฟรั่วขณะทำการถ่ายภาพ
58. ความเข้มของสีขาวดำ ขึ้นมาจากการถ่ายภาพในขั้นตอนใด
- ช่วงระยะเวลาของการฉายแสง
 - การปรับ ไฟกะพริบแสงให้คมชัด
 - การล้างกระดาดภาพด้วยน้ำยาคงสภาพ
 - การใช้ที่วางกระดาดภาพ ไม่ได้ขนาดที่เหมาะสม
59. ระดับความเข้มของสีขาวดำที่ผิดปกติ สามารถแก้ไขได้ตามข้อใด
- ปรับ ไฟกะพริบแสงส่องถ่ายภาพให้ชัดเจน
 - ปรับระดับความสูงของเครื่องถ่ายภาพให้เหมาะสม
 - ทดสอบหาช่วงเวลาของการฉายแสงให้เหมาะสมกับภาพที่จะอัด
 - เปลี่ยนขนาดที่วางกระดาดภาพให้เหมาะสมกับภาพที่จะอัด

60. ถ้าภาพในฟิล์มเบกาคัดลบการจดภาพไม่ถูกต้องนัก เรียบจะมีวิธีแก้ไขอย่างไร

- ก. ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นแล้วให้วางกระดาษอัดภาพจัดภาพใหม่
- ข. ลดขนาดภาพให้เล็กลงจากเดิมแล้วทำการจัดภาพใหม่
- ค. เปลี่ยนฟิล์มสไลด์แล้วขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นแล้วจัดภาพใหม่
- ง. ปรับความสูงของเครื่องอัดขยายภาพให้เหมาะสมแล้วตั้งเวลาการฉายแสงใหม่

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
การอธิบายภาพวาดคำ (เชิงเนื้อหา)

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และเลขที่ในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบฉบับนี้ทั้งหมด 25 ข้อ ใช้เวลาทำ 25 นาที
4. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการคุมสอบ

1. ข้อใดคือหน้าที่ของน้ำยาหยุดภาพ
 - ก. ทำให้ทุกส่วนของภาพคมชัด
 - ข. ทำให้เกิดภาพปรากฏบนกระดาษอัดภาพ
 - ค. ทำให้เกิดภาพที่มีระดับความเข้มของสีดีเหมาะสม
 - ง. ทำให้ภาพที่เกิดบนกระดาษอัดภาพหยุดการเกิดภาพต่อไป

2. ถาดน้ำไหลนำมาใช้ประโยชน์อย่างไร ในการอัดขยายภาพ
 - ก. เพื่อให้ล้างน้ำยาล้างภาพที่ติดมาออกให้หมด
 - ข. เพื่อให้ล้างน้ำยาสีสร้างภาพที่ติดมาออกให้หมด
 - ค. เพื่อให้ล้างน้ำยาหยุดภาพที่ติดมาออกให้หมด
 - ง. เพื่อให้ล้างน้ำยาคงสภาพที่ติดมาออกให้หมด

3. อุปกรณ์ใดต่อไปนี้มีความจำเป็นน้อยที่สุดในการอัดขยายภาพขาวดำ
 - ก. น้ำยาล้างภาพ
 - ข. ที่วางกระดาษอัดภาพ
 - ค. เครื่องอบภาพให้แห้ง
 - ง. เครื่องตั้งเวลาการฉายแสงอัตโนมัติ

4. ข้อใดคือหน้าที่ของเครื่องตั้งเวลาการฉายแสงอัตโนมัติ
 - ก. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จับเวลาขณะอัดภาพ
 - ข. เป็นอุปกรณ์ที่ติดไฟฟ้ในรัศมีภายในห้องมืด
 - ค. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จับเวลาขณะจุ่มภาพลงในน้ำยาล้างภาพแต่ละชนิด
 - ง. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปิดหลอดไฟในเครื่องอัดขยายภาพตามเวลาที่ต้องการ

5. อุปกรณ์ใดต่อไปนี้มีความจำเป็นมากที่สุดสำหรับการสร้างกระดาษอัดภาพ
 - ก. ไฟนักรักย์
 - ข. ฉีมลึภาพ
 - ค. น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ
 - ง. กาดีน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ

6. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของหลอดไฟนักรักย์
 - ก. แสงจากหลอดไฟจะไม่ทำปฏิกิริยาต่อกระดาษอัดภาพ
 - ข. แสงจากหลอดไฟจะทำให้มองเห็นภาพที่เกิดขึ้นบนกระดาษอัดภาพ
 - ค. แสงจากหลอดไฟทำให้เรามองเห็นสิ่งของที่วางอยู่ภายในห้องมืด
 - ง. แสงจากหลอดไฟจะไม่ทำให้น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพเสื่อมคุณภาพ

7. สารในข้อใดที่ทำให้เรามองเห็นภาพที่แฝงอยู่บนกระดาษอัดภาพซึ่งผ่านการฉายแสงแล้ว
 - ก. น้ำยาคงสภาพ
 - ข. น้ำยาสีร่างสภาพ
 - ค. น้ำยาหยุดภาพ
 - ง. น้ำจากกาดีน้ำไหล

8. วัสดุอุปกรณ์ในข้อใดที่ทำหน้าที่คล้ายกับแม่พิมพ์พิมพ์ภาพในกระบวนการอัดขยายภาพ
 - ก. फिल्मเนกาตีฟ
 - ข. น้ำยาสีร่างภาพ
 - ค. กระดาษอัดภาพ
 - ง. ที่วางกระดาษอัดภาพ

9. ฟิลเตอร์สีแดง ในเครื่องอัดขยายภาพมีหน้าที่คล้ายกับอุปกรณ์ในข้อใด
 - ก. หลอดฉายแสง
 - ข. น้ำยาหยุดภาพ
 - ค. หลอดโฟโตรีกซ์
 - ง. เครื่องตั้งเวลาการฉายแสงอัตโนมัติ

10. นักเรียนมีวิธีควบคุม เวลาในการฉายแสงขณะทำการอัดขยายภาพได้อย่างไร
 - ก. กะประมาณระยะเวลาของการฉายแสงเอง
 - ข. ตรวจสอบหลอดไฟในเครื่องอัดขยายภาพให้เรียบร้อย
 - ค. หมุนฟิลเตอร์สีแดงมาบังเลนส์ขยายภาพจะทำให้ภาพมีสีแดงทั้งหมด
 - ง. ปรับปุ่มตั้งเวลาการฉายแสงของเครื่องตั้งเวลาการฉายแสงอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนด

11. อุปกรณ์ในข้อใดมีหน้าที่ปรับภาพให้คมชัด
 - ก. ไม่ปรับเลื่อนระยะความสูงของเครื่องอัดขยายภาพ
 - ข. ปรับปรับเลื่อนระยะของเลนส์ขยายภาพ
 - ค. ปรับปรับตั้งเวลาของสวิตซ์ตั้งเวลาการฉายแสงอัตโนมัติ
 - ง. ปรับปรับเลื่อนระยะของเลนส์ขยายภาพกับความสว่างของหลอดฉายแสง

12. ถ้าภาพจากฟิล์มเนกาตีฟมีการจัดภาพไม่ถูกต้องตามหลักการจัดภาพ นักเรียนจะมีวิธีแก้ไขอย่างไรขณะทำการอัดขยายภาพ
 - ก. ปรับเลื่อนเครื่องอัดขยายภาพให้สูงขึ้นกว่าเดิม
 - ข. เปลี่ยนขนาดของกระดาษอัดภาพให้มีขนาดใหญ่กว่าเดิม
 - ค. เปลี่ยนขนาดของกระดาษอัดภาพให้มีขนาดเล็กกว่าเดิม
 - ง. ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นแล้วเลื่อนที่วางกระดาษอัดภาพให้เหมาะสม

13. อุปกรณ์ในกล้อง โดยมีหน้าที่ทำให้ภาพมีขนาดใหญ่มากขึ้น
- ปุ่มรับรีเฟรช
 - ฟิล์มเนกาตีฟ
 - เลนส์ขยายภาพ
 - ที่วางกระดาษอัดภาพ
14. ในการอัดขยายภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่คมชัด นักเรียนคิดว่าน่าจะเกิดจากคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ในกล้อง ใดมากที่สุด
- ที่วางกระดาษอัดภาพ
 - ปุ่มรับระดับความสูงของเครื่องอัดขยายภาพ
 - ประสิทธิภาพของเลนส์ขยายภาพในเครื่องอัดขยายภาพ
 - ชนิดของเครื่องตั้งเวลาการฉายแสงอัตโนมัติที่ใช้ในการอัดขยายภาพ
15. ถ้าภาพที่เกิดบนกระดาษอัดภาพมีสีขาวซีดเกินไป น่าจะเกิดจากสาเหตุใด
- ใช้เวลาในการฉายแสงนานเกินไป
 - ใช้เวลาในการฉายแสงน้อยเกินไป
 - น้ำยาล้างในน้ำยาสร้างภาพนานเกินไป
 - น้ำยาล้างในน้ำยาคงสภาพน้อยเกินไป
16. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นหน้าที่ของที่วางกระดาษอัดภาพ
- ช่วยกำหนดขนาดของกระดาษอัดภาพ
 - ช่วยให้ภาพมีความเข้มของสีขาวดำเหมาะสม
 - ช่วยยึดกระดาษอัดภาพไม่ให้เคลื่อนที่ขณะฉายแสง
 - ช่วยกำหนดระยะเวลาในการฉายแสงได้อย่างเหมาะสม

17. เราควรใช้ฟิลเตอร์สีแดงในการถ่ายภาพใด

- ก. ขณะใส่กระดาษอัดภาพ
- ข. ขณะทำการเปลี่ยนฟิล์มในกล้อง
- ค. ขณะกำลังขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น
- ง. ขณะทำการปรับภาพให้คมชัด

18. ข้อความใดต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. แสงสีแดง ไม่ทำปฏิกิริยากับเยื่อไวแสง
- ข. บ่มปรับโฟกัสทำหน้าที่ปรับภาพให้คมชัดในระยะต่าง ๆ
- ค. เครื่องอัดขยายภาพที่ดีควรมีเครื่องตั้งเวลาการฉายแสงอัตโนมัติประกอบอยู่ด้วย
- ง. การหาช่วงเวลาของการฉายแสงที่เหมาะสมมีประโยชน์สำหรับการอัดขยายภาพที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ

19. จากการทดสอบการหาช่วงเวลาของการฉายแสง นักเรียนมีหลักเกณฑ์การเลือก

ช่วงเวลาของการฉายแสงที่เหมาะสมอย่างไร

- ก. เลือกช่วงเวลาที่ทำให้เกิดภาพที่มีสีขาวดำเหมาะสม
- ข. เลือกช่วงเวลาที่ทำให้เกิดภาพที่มีสีขาวดำเหมือนธรรมชาติ
- ค. เลือกช่วงเวลาที่ทำให้เกิดภาพที่มีสีขาวดำตัดกันอย่างชัดเจน
- ง. เลือกช่วงเวลาที่ทำให้เกิดภาพที่มีสีขาวดำใกล้เคียงธรรมชาติ

20. ข้อความในข้อใดที่ไม่ใช่ลักษณะของภาพที่มีคุณภาพดี

- ก. มีการจัดภาพได้อย่างถูกต้องตามหลักเกณฑ์
- ข. ภาพไม่มีสีเหลืองหรือสีเทาตามขอบ
- ค. ภาพมีจุดเน้นคมชัดมีสีขาวดำเหมือนจริงตามธรรมชาติ
- ง. ภาพต้องสีดำเข้มเพื่อจะได้มองเห็นรายละเอียดภาพในภาพได้อย่างชัดเจน

21. ข้อความในข้อใดคือเกณฑ์พิจารณาความสมบูรณ์ของภาพ
- ก. ขอบภาพ ไม่เอียง
 - ข. ขอบภาพ ไม่เป็นสี่เหลี่ยม
 - ค. มีเส้นดำปรากฏบริเวณขอบภาพ
 - ง. มีความคมชัด ไม่แตกต่างจากภาพบนฟิล์มเนกาตีฟ
22. ข้อความใดต่อไปนี้ เป็นเกณฑ์พิจารณาความประณีตเรียบร้อยของภาพ
- ก. เยื่อ ไวแสงบนภาพ ไม่หลุดลอก
 - ข. ภาพไม่มีรอยตำหนิเป็นจุดขาวหรือดำกระจายอยู่ทั่วไป
 - ค. ภาพต้อง ไม่มีสีขาวที่ชัดเจนตามมอง ไม่เห็นความแตกต่างภายในภาพ
 - ง. ภาพต้อง ไม่มีสีดำที่ชัดเจนตามมอง ไม่เห็นความแตกต่างภายในภาพ
23. ภาพที่อัดขยายเสร็จแล้ว ไม่ควรนำมาแช่น้ำนานเกินกว่าเวลาที่กำหนด เพราะ
- ก. ภาพจะมีสีซีดลงกว่าเดิม
 - ข. เยื่อ ไวแสงบนภาพจะหลุดลอก
 - ค. บริเวณขอบภาพอาจเป็นสี่เหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม
 - ง. ภาพจะมีจุดเป็นสีดำและสีขาวกระจายอยู่ทั่วไป
24. ข้อความในข้อใดคือเกณฑ์พิจารณาความคมชัดของภาพ
- ก. ขอบภาพต้อง ไม่เอียง
 - ข. ภาพต้อง ไม่มีเส้นดำปรากฏบนขอบภาพ
 - ค. ภาพต้อง ไม่มีสีขาวที่ชัดเจนตามมอง ไม่เห็นความแตกต่าง
 - ง. ภาพต้อง ไม่มีรอยตำหนิเป็นจุดขาวหรือดำกระจายอยู่ทั่วไป

25. ภาพที่มิชอบภาพเป็นสีเทาจะเกิดมาจากสาเหตุตามข้อใด
- ก. น้ำไหลในน้ำยาดังสภาพน้อยเกินไป
 - ข. กระจกอัดภาพถูกแสงก่อนที่จะนำไปทำการฉายแสง
 - ค. กระจกอัดภาพถูกความร้อนจนทำให้เยื่อไวแสงเสื่อมคุณภาพ
 - ง. น้ำยาล้างกระจกอัดภาพทั้ง 3 ชนิด ถูกใช้มามากจนเสื่อมคุณภาพ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน⁴
การถอดขยายภาพวาดคำ (เชิงปฏิบัติ)

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และเลขที่ในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบฉบับนี้ทั้งหมด 25 ข้อ ใช้เวลาทำ 25 นาที
4. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการคุมสอบ

1. การใส่ฟิล์มบนภาตึฟทำไปในเครื่องอัดขยายภาพควรกระทำตามข้อใด
 - ก. หันด้านผิวมันของฟิล์มขึ้นด้านบนโดยให้ภาพในฟิล์มเป็นภาพหัวตั้ง
 - ข. หันด้านผิวด้านของฟิล์มขึ้นด้านบนโดยให้ภาพในฟิล์มเป็นภาพหัวกลับ
 - ค. หันด้านผิวมันของฟิล์มขึ้นด้านบนโดยให้ภาพในฟิล์มเป็นภาพหัวกลับ
 - ง. หันด้านผิวด้านของฟิล์มขึ้นด้านบนโดยให้ภาพในฟิล์มเป็นภาพหัวตั้ง

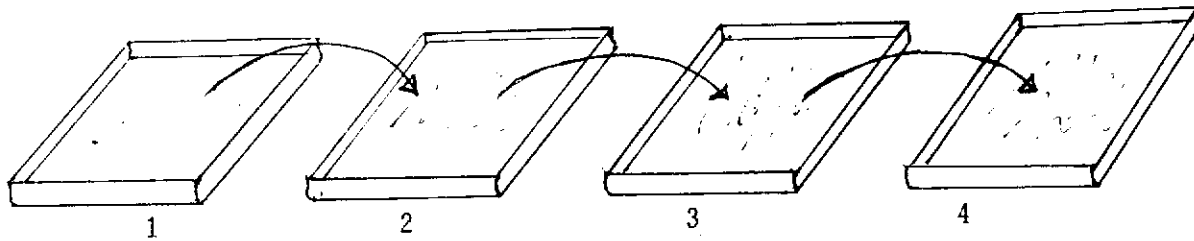
2. การใส่กระดาษอัดภาพลงในที่วางกระดาษอัดภาพก่อนทำการฉายแสงควรปฏิบัติตามข้อใด
 - ก. หันด้านผิวมันขึ้นข้างบน
 - ข. หันด้านผิวด้านขึ้นข้างบน
 - ค. หันด้านใดขึ้นข้างบนก็ได้แต่อย่าเลื่อนตำแหน่งที่วางกระดาษอัดภาพ
 - ง. หันด้านผิวมันขึ้นข้างบนก็ได้แต่อย่าเลื่อนตำแหน่งที่วางกระดาษอัดภาพ

3. ภาพที่เกิดบนกระดาษอัดภาพเมื่อผ่านการฉายแสงแล้วแต่ยังมิได้นำไปล้างน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ จะมีลักษณะอย่างไร
 - ก. จะไม่มีภาพปรากฏบนกระดาษอัดภาพเลย
 - ข. จะมีภาพปรากฏบนกระดาษอัดภาพอย่างชัดเจน
 - ค. มีภาพปรากฏบนกระดาษอัดภาพแต่เป็นภาพแฝงที่มองไม่เห็น
 - ง. มีภาพปรากฏบนกระดาษอัดภาพแต่สีของภาพจะตรงข้ามกับสีในธรรมชาติ

4. ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้องในการล้างกระดาษอัดภาพตามขั้นตอนที่ 2 ของการล้างภาพ
 - ก. นำกระดาษอัดภาพไปล้างในน้ำยาหยุดภาพ
 - ข. นำกระดาษอัดภาพไปล้างในน้ำยาคงสภาพ
 - ค. นำกระดาษอัดภาพไปล้างน้ำสะอาดในภาคน้ำไหล
 - ง. นำกระดาษอัดภาพไปล้างในน้ำยาส่งสภาพแล้วนำไปจุ่มในน้ำ

คำชี้แจง ภาพต่อไปนี้แสดงขั้นตอนการล้างกระดาษอัดภาพโดยให้นักเรียนใช้ตอบคำถามในข้อ

5 - 10



5. การล้างกระดาษอัดภาพในขั้นตอนใดใช้เวลานานที่สุด
 - ก. ขั้นที่ 1
 - ข. ขั้นที่ 2
 - ค. ขั้นที่ 3
 - ง. ขั้นที่ 4

6. น้ำยาในภาชนะที่ 1 มีหน้าที่อย่างไรในการล้างกระดาษอัดภาพ
 - ก. สร้างภาพให้เกิดขึ้นบนกระดาษอัดภาพ
 - ข. หยุดภาพที่เกิดขึ้นบนกระดาษอัดภาพ
 - ค. ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นบนกระดาษอัดภาพคงสภาพเดิม
 - ง. หยุดภาพที่เกิดขึ้นบนกระดาษอัดภาพและทำให้ภาพไม่เปลี่ยนแปลง

7. น้ำยาในภาชนะที่ 3 มีหน้าที่อย่างไรในการล้างกระดาษอัดภาพ
 - ก. หยุดภาพที่เกิดขึ้นบนกระดาษอัดภาพ
 - ข. สร้างภาพให้เกิดขึ้นบนกระดาษอัดภาพ
 - ค. ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นบนกระดาษอัดภาพคงสภาพเดิม
 - ง. หยุดภาพที่เกิดขึ้นบนกระดาษอัดภาพและทำให้ภาพไม่เปลี่ยนแปลง

8. น้ำยาในถาดที่ 4 มีหน้าที่อย่างไร ในการล้างกระจกอัดภาพ
- ทำให้ภาพที่เกิดขึ้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
 - หยุดภาพที่กำลังเกิดขึ้นและทำให้ภาพ ไม่เปลี่ยนแปลง
 - ล้างน้ำยาหยุดภาพที่ติดมากับกระจกอัดภาพให้หมดไป
 - ล้างน้ำยาคงสภาพที่ติดมากับกระจกอัดภาพให้หมดไป
9. ถ้าไม่นำภาพที่อัดขยายแล้วไปล้างในน้ำยาถาดที่ 4 จะมีผลเสียต่อภาพอย่างไร
- ขอบภาพจะเป็นสีเทา
 - ภาพจะมีสีเทาทั้งหมด
 - ภาพจะมัวและสีจะซีดจาง
 - ภาพจะมีสีเหลืองหรือน้ำตาลเห็นดวง
10. น้ำยาในถาดที่ 4 คือสารใด
- น้ำยาสร้างสภาพ
 - น้ำยาคงสภาพ
 - น้ำยาหยุดสภาพ
 - น้ำประปาจากก๊อก
11. เมื่อภาพปรากฏบนกระจกอัดภาพมีจุดสีขาวเป็นหย่อม ๆ นักเรียนคิดว่าน่าจะเกิดจากสาเหตุใด
- ฟิล์มเนกาตีฟมีรู
 - หลอดฉายแสงผิดปกติ
 - ที่ฟิล์มเนกาตีฟอาจมีฝุ่นเกาะ
 - ปรับโฟกัสของเลนส์ขยายภาพ ไม่คมชัด

12. เมื่อภาพที่อัดขยายมีสีขาวที่คมมากเกินไปนักเรียนคิดว่าน่าจะเกิดจากสาเหตุตามข้อใด
- ใช้หลอดฉายแสงที่มีความสว่างมากเกินไป
 - ใช้ระยะเวลาในการฉายแสงนานเกินไป
 - ใช้ระยะเวลาในการฉายแสงน้อยเกินไป
 - ใช้ฟิล์มเนกาตีฟที่มีสีขาวที่คมมาทำการอัดขยายภาพ
13. ในการตากกระดาษอัดภาพที่ผ่านกระบวนการล้างกระดาษอัดภาพเรียบร้อยแล้วควรดำเนินการกระทำในข้อใด
- การตากกระดาษอัดภาพในห้องมืด
 - การตากกระดาษอัดภาพในที่ร่ม ไม่มีฝุ่นละออง
 - การตากกระดาษอัดภาพอะพาดูในที่ร่ม ไม่มีฝุ่นละออง
 - การตากกระดาษอัดภาพในห้อง โดยวางทับกันเพื่อประหยัดเนื้อที่
14. การกระทำในข้อใดควรปฏิบัติในขณะที่เปิด โฟนิกซ์
- หยิบกระดาษอัดภาพออกจากกล่อง
 - การจัดเตรียมอุปกรณ์ก่อนการอัดขยายภาพ
 - การเทน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพลงในภาตใส่ น้ำยา
 - ขณะใส่ฟิล์มเนกาตีฟเข้าไปในเครื่องอัดขยายภาพ
15. ในการอัดขยายภาพถ้าต้องการฉายแสงนาน 20 วินาที แต่เครื่องตั้งเวลาการฉายแสงอัตโนมัติตั้งเวลาได้สูงสุดเพียง 15 วินาที นักเรียนจะมีวิธีการปฏิบัติอย่างไรจึงจะสะดวกที่สุด
- ทำการฉายแสงโดยการกะระยะเวลาเอาเอง
 - ทำการฉายแสงเป็น 2 ช่วง ช่วงละ 10 วินาที
 - ทำการฉายแสงเป็น 4 ช่วง ช่วงละ 5 วินาที
 - ทำการฉายแสงเป็น 10 ช่วง ช่วงละ 2 วินาที

16. ระยะเวลาในการฉายแสงมีผลต่อภาพที่อัดขยายอย่างไร
- ก. ถ้าช่วงเวลาการฉายแสงสั้น ภาพที่ได้จะมีสีดำเข้ม
 - ข. ถ้าช่วงเวลาการฉายแสงยาว ภาพที่ได้จะมีสีดำเข้ม
 - ค. ถ้าช่วงเวลาการฉายแสงสั้น ภาพที่ได้จะมีความคมชัดมาก
 - ง. ถ้าช่วงเวลาการฉายแสงยาว ภาพที่ได้จะมีความคมชัดมาก

คำชี้แจง ให้ข้อความต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 17 - 20

"นำภาพจากฟิล์มเนกาตีฟที่จะทำการอัดขยายมาทำการฉายแสงลงบนกระดาษอัดภาพแผ่นเดียวกันในช่วงเวลาละ 3 วินาที รวมทั้งหมด 5 ช่วง"

17. จากข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นการทดสอบเกี่ยวกับเรื่องใด
- ก. การหาระยะความคมชัดของภาพ
 - ข. การหาระดับความสูงของเครื่องอัดขยายภาพ
 - ค. การหาช่วงระยะเวลาของการฉายแสงที่เหมาะสมกับภาพนั้น
 - ง. การหาความเข้มของแสงจากหลอดไฟของเครื่องอัดขยายภาพที่ใช้อยู่
18. จากข้อความดังกล่าวข้างต้น ข้อความใดต่อไปนี้กล่าว ได้ถูกต้อง
- ก. ส่วนแรกของภาพที่ทำการฉายแสงจะได้รับการฉายแสงนานที่สุดคือ 15 วินาที
 - ข. ส่วนแรกของภาพที่ทำการฉายแสงจะได้รับการฉายแสงสั้นที่สุดคือ 3 วินาที
 - ค. ส่วนสุดท้ายของภาพที่ทำการฉายแสงจะได้รับการฉายแสงนานที่สุดคือ 15 วินาที
 - ง. ส่วนสุดท้ายของภาพที่ทำการฉายแสงจะได้รับการฉายแสงสั้นที่สุดคือ 3 วินาที

19. จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้น ภาพที่นำไปผ่านกระบวนการล้างกระดาษอัดภาพแล้วจะมีลักษณะอย่างไร

- ก. ความเข้มของสีขาวตมภาพจะมีระดับความเข้มทั้งหมด 2 ระดับ
- ข. ความเข้มของสีขาวตมภาพจะมีระดับความเข้มทั้งหมด 3 ระดับ
- ค. ความเข้มของสีขาวตมภาพจะมีระดับความเข้มทั้งหมด 4 ระดับ
- ง. ความเข้มของสีขาวตมภาพจะมีระดับความเข้มทั้งหมด 5 ระดับ

20. จากการทดสอบตามข้อความที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นักเรียนจะนำเอาผลการทดลองมาใช้ประโยชน์ในการอัดขยายภาพได้อย่างไร

- ก. นำเอาช่วงเวลาที่เหมาะสมมาใช้อัดขยายภาพที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
- ข. นำเอาช่วงเวลาที่เหมาะสมมาใช้อัดขยายภาพเดิมที่นำมาทดลองในขนาดภาพเท่าเดิม
- ค. นำเอาช่วงเวลาที่เหมาะสมมาใช้อัดขยายภาพใด ๆ ก็ได้ที่ต้องการอัดขยายโดยใช้เครื่องอัดขยายเครื่องเดิม
- ง. นำเอาช่วงเวลาที่เหมาะสมมาใช้อัดขยายภาพใด ๆ ก็ได้ที่ต้องการอัดขยายโดยใช้เครื่องอัดขยายเครื่องเดิมและน้ำยาล้างภาพชุดเดิม

21. ถ้าภาพจากฟิล์มเนกาตีฟมีสีขาวใส เมื่อนำมาอัดขยายภาพแล้ว ภาพที่ได้น่าจะมีลักษณะอย่างไร

- ก. ภาพมีสีขาวที่ด
- ข. ภาพมีสีดำมืด
- ค. ภาพมีสีค่อนข้างขาวแต่ภาพจะมัว
- ง. ภาพมีสีค่อนข้างดำและภาพจะมีด

22. ถ้านักเรียนต้องการขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้นควรปฏิบัติตามข้อใด
- เปลี่ยนเลนส์ขยายภาพที่มีกำลังขยายมากขึ้น
 - เลื่อนระดับความสูงของเครื่องอัดขยายภาพเพิ่มขึ้นจากเดิม
 - เลื่อนระดับความสูงของเครื่องอัดขยายภาพลดลงจากเดิมอีก
 - ปรับไฟส่องเลนส์ขยายภาพในเครื่องอัดขยายภาพให้ได้ภาพขนาดใหญ่ขึ้น
23. ภาพที่มีขอบภาพเอียง น่าจะเกิดจากสาเหตุในข้อใด
- ใส่กระดาษอัดภาพผิดด้าน
 - ใช้กระดาษอัดภาพที่มีความหนาแน่น
 - ใส่กระดาษอัดภาพไม่ตรงมุมเงยกับของที่วางกระดาษอัดภาพ
 - ปรับระดับความสูงของเครื่องอัดขยายภาพไม่เหมาะสมกับขนาดภาพ
24. ก่อนทำการอัดขยายภาพลงบนกระดาษอัดภาพควรคำนึงถึงสิ่งใดเป็นประการแรก
- จัดภาพให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์
 - เลือกกระดาษอัดภาพที่มีความคมชัดสูง
 - เลือกฟิล์มเนกาตีฟที่มีสีสรรสวยงาม
 - เลือกน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพที่มีสีสดใส
25. ถ้านักเรียนต้องการควบคุมความเข้มของภาพให้พอเหมาะจะเลือกควบคุมโดยวิธีใด
- ใช้ระยะเวลาในการฉายแสงให้เหมาะสม
 - เลือกใช้กระดาษอัดภาพที่ให้ความเข้มของสีขาวดำเหมาะสม
 - เลือกใช้น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพที่มีคุณภาพดีเพื่อให้ได้ความเข้มของสีขาวดำเหมาะสม
 - เลือกใช้ระยะเวลาของการฉายแสงที่เหมาะสมและระยะเวลาในการจุ่มกระดาษอัดภาพลงในน้ำยาสีสร้างภาพอย่างเหมาะสม

แบบประเมินพฤติกรรมความสามารถในการจัดขยายภาพ

ให้ทำเครื่องหมาย / ตรงกับช่องที่มีตัวเลขที่นักเรียนมีความสามารถและผลงานมีคุณภาพ

โดยให้เกิดการประเมินในเอกสารผนวก

เลข 3, 2, 1, หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรมของนักเรียน	ระดับความสามารถ			หมายเหตุ
	3	2	1	
ตอนที่ 1 การจัดเตรียมอุปกรณ์ 1. เตรียมเครื่องอัดขยายภาพให้พร้อมที่จะทำงาน 2. จัดวางกระดาษอัดภาพไว้ในที่ที่หยก ได้สะดวก 3. จัดเรียงถาดน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพตามลำดับขั้นตอนการล้างกระดาษอัดภาพและเป่าแห้ง 4. จัดเตรียมถาดน้ำไหล ให้น้ำไหลพอเหมาะ 5. ทำความสะอาดฟิล์มเนกาตฟที่จะนำมาทำการอัดขยายภาพ 6. ทดสอบความพร้อมในการทำงานของหลอดไฟภายในห้องอัดขยายภาพ ตอนที่ 2 ฝึกปฏิบัติงาน 7. การใช้เครื่องมืออัดขยายภาพตามขั้นตอนการอัดขยายภาพ 8. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนกระบวนการล้างกระดาษอัดภาพ				

รายการพฤติกรรมของนักเรียน	ระดับความสามารถ			หมายเหตุ
	3	2	1	
9. ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				
10. สถานที่ปฏิบัติงานสะอาดเรียบร้อย				
11. ปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนด				
ตอนที่ 3 คุณภาพของผลงาน				
12. การจัดภาพที่จะจัดขยายตามหลักเกณฑ์การจัดภาพ				
13. ความสมบูรณ์ของภาพที่จัดขยายได้โดยไม่มีข้อบกพร่องตามเกณฑ์ที่กำหนด				
14. ความประณีตเรียบร้อยที่จัดขยายได้โดยไม่มีข้อบกพร่องตามเกณฑ์ที่กำหนด				
15. ความคมชัดของภาพ				
16. ระดับความเข้มของสีขาวดำ				
ตอนที่ 4 การเสนอผลงาน				
17. การเสนอผลงาน จัดระเบียบเรื่องในการนำเสนอ				
18. การสื่อความหมายในผลงาน				
19. เสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว				
20. แสดงให้เห็นว่ามีความรู้ในผลงาน				
21. ประเมินผลงาน และการเสนอข้อแก้ไข				
คะแนนรวม				

คู่มือแบบประเมินความสามารถในการถ่ายภาพ

เกณฑ์การประเมิน

ตอนที่ 1 การจัดเตรียมอุปกรณ์

1. เตรียมเครื่องถ่ายภาพให้พร้อมที่จะทำงานได้
 - 3 คะแนน เมื่อเตรียมเครื่องถ่ายภาพได้พร้อมที่จะทำงานได้ทันทีเมื่อกดสวิตช์
กัตในมือ
 - 2 คะแนน เมื่อเตรียมเครื่องถ่ายภาพได้พร้อมที่จะทำงาน แต่ยังไม่ปรับตั้ง
สวิตช์กัตในมือ
 - 1 คะแนน เมื่อเตรียมเครื่องถ่ายภาพไม่พร้อมที่จะทำงานและยังไม่ปรับตั้ง
สวิตช์กัตในมือ
2. จัดวางกระดาษอัดภาพไว้ในที่ที่หยิบได้สะดวก
 - 3 คะแนน เมื่อจัดวางกระดาษอัดภาพไว้ในที่ที่หยิบได้สะดวกและปฏิบัติการอัด
ขยายภาพ
 - 2 คะแนน เมื่อจัดวางกระดาษอัดภาพไว้ในที่ที่หยิบได้ค่อนข้างสะดวกและ
ปฏิบัติการอัดขยายภาพจนไม่ทำให้เกิดความล่าช้า
 - 1 คะแนน เมื่อไม่มีจัดวางกระดาษอัดภาพไว้ในที่ที่หยิบสะดวกและปฏิบัติการอัด
ขยายภาพจนทำให้เกิดความล่าช้า
3. จัดเรียงภาคน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพตามลำดับขั้นตอนการล้างกระดาษอัดภาพและ
เป็นระเบียบ
 - 3 คะแนน เมื่อจัดเรียงภาคน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพตามลำดับขั้นตอนการล้าง
กระดาษอัดภาพอย่างถูกต้องและเป็นระเบียบ
 - 2 คะแนน เมื่อจัดเรียงภาคน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพตามลำดับขั้นตอนการล้าง
กระดาษอัดภาพอย่างถูกต้องแต่ไม่เป็นระเบียบ
 - 1 คะแนน เมื่อจัดเรียงภาคน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพไม่ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน
การล้างกระดาษอัดภาพและ ไม่เป็นระเบียบ

4. จัดเตรียมภาคน้ำไหล ให้น้ำไหลพอเหมาะ
 - 3 คะแนน เมื่อจัดเตรียมภาคน้ำไหล ให้ปริมาณน้ำที่ไหลพอเหมาะ โดยปรับให้น้ำเริ่มหยดจากก๊อกติดต่อกันเป็นสาย
 - 2 คะแนน เมื่อจัดเตรียมภาคน้ำไหล ให้ปริมาณน้ำที่ไหล ไม่พอเหมาะ โดยให้น้ำไหลแรงเกินไป หรือ ไหลอ่อนเกินไป โดยการใดประการหนึ่ง
 - 1 คะแนน เมื่อ ไม่มีการจัดเตรียมภาคน้ำไหล และ ไม่มีการควบคุมให้ปริมาณน้ำที่ไหล ให้พอเหมาะ โดยให้น้ำไหลแรงเกินไป หรืออ่อนเกินไป
5. ทำความสะอาดฟิล์มเนกาตีฟที่จะนำมาทำการอัดขยายภาพ
 - 3 คะแนน เมื่อทำความสะอาดฟิล์มเนกาตีฟที่จะทำการอัดขยายภาพเป็นที่เรียบร้อย
 - 2 คะแนน เมื่อทำความสะอาดฟิล์มเนกาตีฟที่จะทำการอัดขยายภาพ แต่ยัง ไม่ค่อยเรียบร้อย
 - 1 คะแนน เมื่อไม่มีการทำความสะอาดฟิล์มเนกาตีฟที่จะทำการอัดขยายภาพให้เห็นที่เรียบร้อย
6. ทดสอบความพร้อมในการทำงานของหลอดไฟภายในห้องอัดขยายภาพ
 - 3 คะแนน เมื่อได้ทดสอบความพร้อมในการทำงานของหลอดไฟที่ให้แสงสว่าง และหลอดไฟนิรภัย (Safe light) เป็นที่เรียบร้อย
 - 2 คะแนน เมื่อทดสอบความพร้อมในการทำงานของหลอดไฟที่ให้แสงสว่างหรือหลอดไฟนิรภัย (Safe light) เพียงประการใดประการหนึ่งให้เป็นที่ยอมรับ
 - 1 คะแนน เมื่อไม่มีการทดสอบความพร้อมในการทำงานของหลอดไฟที่ให้แสงสว่าง และหลอดไฟนิรภัย (Safe light) ให้เห็นที่เรียบร้อย

ตอนที่ 2 ขึ้นปฏิบัติงาน

7. การใช้เครื่องมือถ่ายภาพตามขั้นตอนการถ่ายภาพ
 - 3 คะแนน เมื่อมีการใช้เครื่องมือถ่ายภาพตามขั้นตอนการถ่ายภาพได้อย่างคล่องแคล่วไม่ติดขัด
 - 2 คะแนน เมื่อมีการใช้เครื่องมือถ่ายภาพตามขั้นตอนการถ่ายภาพได้ไม่คล่องแคล่วแต่สามารถถ่ายภาพได้
 - 1 คะแนน เมื่อมีการใช้เครื่องมือถ่ายภาพไม่ถูกต้องตามขั้นตอนการถ่ายภาพและไม่สามารถถ่ายภาพได้
8. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนกระบวนการล้างกระดาษอัดภาพ
 - 3 คะแนน เมื่อปฏิบัติงานตามขั้นตอนกระบวนการล้างกระดาษอัดภาพได้ถูกต้องทุกขั้นตอน
 - 2 คะแนน เมื่อปฏิบัติงานไม่ถูกต้องตามขั้นตอนกระบวนการล้างกระดาษอัดภาพเพียง 1 ขั้นตอน แต่ได้ภาพที่มีข้อบกพร่องเล็กน้อยเพียง 1 จุด ที่มองเห็นได้ไม่ชัดเจน
 - 1 คะแนน เมื่อปฏิบัติงานไม่ถูกต้องตามขั้นตอนกระบวนการล้างกระดาษอัดภาพมากกว่า 1 ขั้นตอน และได้ภาพที่มีข้อบกพร่องมากกว่า 1 จุด ที่มองเห็นได้ชัดเจน
9. ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย
 - 3 คะแนน เมื่อทำงานด้วยความระมัดระวังไม่ทำให้เกิดอันตรายในขณะปฏิบัติงาน
 - 2 คะแนน เมื่อทำงานประมาทจนเกือบทำให้เกิดอันตรายในขณะปฏิบัติงาน
 - 1 คะแนน เมื่อทำให้เกิดอันตรายในการทำงานหรือเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายที่ร้ายแรง
10. สถานที่ปฏิบัติงานสะอาดเรียบร้อย
 - 3 คะแนน เมื่อหลังปฏิบัติงานแล้วจัดวางเครื่องมือปฏิบัติงานบนโต๊ะถ่ายภาพให้เรียบร้อยและจัดเรียงไว้อย่างเป็นระเบียบ
 - 2 คะแนน เมื่อหลังปฏิบัติงานแล้วจัดวางเครื่องมือปฏิบัติงานบนโต๊ะถ่ายภาพให้เกือบทุกชิ้นบกพร่องไม่เกิน 2 ชิ้น และจัดเรียงไว้อย่างเป็นระเบียบ

- 1 คะแนน เมื่อหลังปฏิบัติงานแล้วจัดวางเครื่องมือปฏิบัติงานบนโต๊ะอัดขยายภาพ ไม่เรียบร้อยเป็นจำนวนมากหรือ ไม่มีการจัดวางเครื่องมือปฏิบัติงานให้เป็นระเบียบ

11. ปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนด

- 3 คะแนน เมื่อทำงานเสร็จก่อนหรือเสร็จตามเวลาที่กำหนด
- 2 คะแนน เมื่อทำงานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 2 นาที
- 1 คะแนน เมื่อทำงานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 2 นาที หรือ ไม่เสร็จ

ตอนที่ 3 คุณภาพของผลงาน

12. การจัดภาพที่จะทำการอัดขยายภาพตามหลักเกณฑ์การจัดภาพ

- 3 คะแนน เมื่อมีการจัดภาพถูกต้องตามหลักเกณฑ์การจัดภาพทุกประการ
- 2 คะแนน เมื่อมีการจัดภาพได้ค่อนข้างถูกต้องตามหลักเกณฑ์อาจมีข้อบกพร่องเล็กน้อยแต่ไม่ทำให้ภาพขาดหลักเกณฑ์การจัดภาพ
- 1 คะแนน เมื่อมีการจัดภาพไม่ถูกต้องตามหลักเกณฑ์อาจมีข้อบกพร่องมากจนทำให้ภาพขาดหลักเกณฑ์การจัดภาพ

13. ความสมบูรณ์ของภาพที่อัดขยายได้โดยไม่มีข้อบกพร่องตามเกณฑ์ที่กำหนด

- 3 คะแนน เมื่อภาพที่อัดขยายมีความสมบูรณ์ คือต้องไม่มีจุดบกพร่องต่อไปนี้
 - ขอบภาพ ไม่เป็นสี่เหลี่ยม
 - ภาพ ไม่มีสีเหลืองเป็นบางส่วน
 - ภาพ ไม่มีรอยตำหนิ เป็นจุดขาวหรือดำกระจายอยู่ทั่วไป
- 2 คะแนน เมื่อภาพที่อัดขยายค่อนข้างสมบูรณ์คือมีจุดบกพร่องตามข้อมูลข้างต้นไม่เกิน 1 แบบ โดยบริเวณที่บกพร่องมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างเด่นชัด
- 1 คะแนน เมื่อภาพที่อัดขยายขาดความสมบูรณ์คือมีจุดบกพร่องตามข้อมูลข้างต้นเกินกว่า 1 แบบ และบริเวณที่บกพร่องมองเห็นได้อย่างเด่นชัด

14. ความประณีตเรียบร้อยของภาพที่ลดทอนได้ โดยไม่มีข้อบกพร่องตามเกณฑ์

ที่กำหนด

- 3 คะแนน เมื่อภาพที่ลดทอนมีความประณีตเรียบร้อย คือ ต้องไม่มีจุดบกพร่องต่อไปนี้
 - ขอบภาพเกยง
 - มีเส้นดำปรากฏบริเวณขอบภาพ
 - เยื่อไวแสงบนภาพหลุดลอก
- 2 คะแนน เมื่อภาพที่ลดทอนค่อนข้างประณีตเรียบร้อย คือมีจุดบกพร่องตามข้อมูลข้างต้น ไม่เกิน 1 แบบ โดยบริเวณที่บกพร่องมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างเด่นชัด
- 1 คะแนน เมื่อภาพที่ลดทอนขาดความสมบูรณ์คือมีจุดบกพร่องตามข้อมูลข้างต้นเกินกว่า 1 แบบ และบริเวณจุดบกพร่องสามารถสังเกตเห็นได้อย่างเด่นชัด

15. ความคมชัดของภาพ

- 3 คะแนน เมื่อภาพที่ลดทอนมีความคมชัดที่สุดคือต้องไม่มีจุดบกพร่องต่อไปนี้
 - จุดเน้นของภาพไม่ชัดเจน
 - ภาพมืดหรือขาวที่ตจนแทบมองไม่เห็นความแตกต่าง
- 2 คะแนน เมื่อภาพที่ลดทอนค่อนข้างคมชัดคือมีจุดบกพร่องข้อมูลข้างต้นไม่เกินกว่า 1 แบบ โดยบริเวณที่เกิดจุดบกพร่องไม่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างเด่นชัด
- 1 คะแนน เมื่อภาพที่ลดทอนค่อนข้างคมชัดคือมีจุดบกพร่องข้อมูลข้างต้นเกินกว่า 1 แบบ โดยบริเวณที่เกิดจุดบกพร่องสามารถสังเกตเห็นได้อย่างเด่นชัด

16. ระดับความเข้มของสีขาวดำ

- 3 คะแนน เมื่อภาพที่ลดทอนมีความเข้มของสีขาวดำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คือต้องไม่มีจุดบกพร่องต่อไปนี้
 - สีขาวดำมีความเข้มมากกว่าวัตถุจริง
 - สีขาวดำมีความเข้มน้อยกว่าวัตถุจริง

- สีขาวบนภาพ ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของวัตถุที่ปรากฏ
ในภาพได้อย่างชัดเจน

- 2 คะแนน เมื่อภาพที่จัดขยายมีความเข้มของสีขาวดำอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดีคือมี
จุดบกพร่องตามข้อมูลข้างต้นไม่เกิน 1 แถบ โดยบริเวณที่เกิดจุด
บกพร่องไม่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างเด่นชัด
- 1 คะแนน เมื่อภาพที่จัดขยายมีความเข้มของสีขาวดำไม่ตรงตามเกณฑ์ของภาพ
ขาวดำที่ดีคือมีจุดบกพร่องตามข้อมูลข้างต้นมากกว่า 1 แถบ โดย
บริเวณที่เกิดจุดบกพร่องสามารถสังเกตเห็นได้อย่างเด่นชัด

ตอนที่ 4 การเสนอผลงาน

17. การจัดระบบเรื่องในการนำเสนอ

- 3 คะแนน เมื่อการอธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนดีทำให้เข้าใจได้ง่าย
- 2 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนที่สับสนบ้างแต่สามารถทำให้เข้าใจได้
- 1 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนไม่ดี ทำให้เข้าใจยาก

18. การสื่อความหมายในผลงาน

- 3 คะแนน เมื่อใช้ภาษาในการเสนอผลงานได้เข้าใจถูกต้องชัดเจน
- 2 คะแนน เมื่อเสนอผลงานได้เข้าใจแต่ใช้ภาษา ไม่ถูกต้องชัดเจนบ้างเล็กน้อย
- 1 คะแนน เมื่อภาษาในการเสนอผลงานไม่เข้าใจ ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจนเป็น
ส่วนใหญ่

19. เสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว

- 3 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานได้อย่างชัดเจนคล่องแคล่วได้ดีชัด
- 2 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานไม่ชัดเจนแต่คล่องแคล่วไม่ติดขัด
- 1 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานไม่ชัดเจน ไม่คล่องแคล่ว ติดขัด

20. แสดงให้เห็นว่ามีความรู้ในผลงาน

- 3 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามได้ถูกต้อง ผิดน้อยมาก หรือไม่ผิดเลย
- 2 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามได้บ้าง ผิดบ้าง
- 1 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามไม่ได้ ไม่ถูกต้องและตอบผิดมาก

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบและแบบประเมินความสามารถในการอธิบายภาพทิวทัศน์

ตาราง 11 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความรู้
เบื้องต้นในการอธิบายภาพวาดสัตว์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.70	.24	31	.78	.51
2	.28	.28	32	.25	.30
3	.77	.35	33	.71	.47
4	.52	.23	34	.54	.35
5	.53	.26	35	.71	.38
6	.66	.25	36	.78	.63
7	.53	.37	37	.78	.51
8	.57	.35	38	.50	.54
9	.45	.24	39	.29	.47
10	.61	.42	40	.75	.56
11	.64	.22	41	.58	.47
12	.51	.40	42	.41	.44
13	.78	.39	43	.36	.22
14	.67	.23	44	.68	.57
15	.53	.26	45	.31	.49
16	.72	.50	46	.53	.37
17	.63	.45	47	.22	.23
18	.47	.37	48	.25	.22
19	.61	.36	49	.56	.32
20	.51	.40	50	.47	.48

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ ที่	p	r	ข้อ ที่	p	r
21	.69	.20	51	.71	.47
22	.69	.27	52	.80	.36
23	.61	.21	53	.75	.55
24	.52	.29	54	.72	.45
25	.56	.32	55	.46	.46
26	.41	.26	56	.61	.48
27	.71	.38	57	.59	.26
28	.41	.21	58	.65	.56
29	.71	.38	59	.35	.34
30	.63	.45	60	.72	.45

ตาราง 12 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบความรู้เบื้องต้นในการถดถอย
ภาพวาดค่าที่มัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.70	.30	.21	31	.78	.22	.17
2	.28	.72	.20	32	.25	.75	.18
3	.77	.23	.17	33	.71	.29	.18
4	.52	.48	.24	34	.54	.46	.24
5	.53	.47	.24	35	.71	.29	.20
6	.66	.44	.29	36	.78	.22	.17
7	.53	.47	.24	37	.78	.22	.17
8	.57	.43	.24	38	.50	.50	.25
9	.45	.55	.24	39	.29	.71	.20
10	.61	.39	.23	40	.75	.25	.18
11	.64	.36	.23	41	.58	.42	.24
12	.51	.49	.24	42	.41	.59	.24
13	.78	.22	.17	43	.36	.64	.23
14	.67	.33	.22	44	.68	.22	.14
15	.53	.47	.24	45	.31	.69	.21
16	.72	.28	.20	46	.53	.47	.24
17	.63	.37	.23	47	.22	.78	.17
18	.47	.53	.24	48	.25	.75	.18
19	.61	.39	.23	49	.56	.64	.35
20	.51	.49	.24	50	.47	.53	.24

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
21	.69	.31	.21	.51	.71	.29	.20
22	.69	.31	.21	.52	.80	.20	.16
23	.61	.39	.23	.53	.75	.25	.18
24	.52	.48	.24	.54	.72	.28	.20
25	.56	.44	.24	.55	.46	.54	.24
26	.41	.59	.24	.56	.61	.39	.23
27	.71	.29	.20	.57	.59	.41	.24
28	.41	.59	.24	.58	.65	.35	.22
29	.71	.29	.20	.59	.35	.65	.22
30	.63	.37	.23	.60	.72	.28	.20

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความรู้เบื้องต้นในการจัดขยายภาพขาวดำ
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 13.12$$

$$\Sigma x = 2165$$

$$\Sigma x^2 = 97992$$

$$\text{จากสูตร} \quad S_x^2 = \frac{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} &= \frac{(50 \times 97992) - (2165)^2}{50(50-1)} \\ &= 86.68 \end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_x^2} \right]$$

$$\text{แทนค่า} \quad = \frac{60}{60-1} \left[1 - \frac{13.12}{86.68} \right]$$

$$\text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} = 0.86$$

ตาราง 13 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าความจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาการอธิบายภาพทาวคำ (เชิงเนื้อหา) ที่มัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.68	.21	14	.67	.33
2	.59	.23	15	.33	.25
3	.38	.35	16	.26	.69
4	.54	.34	17	.38	.43
5	.69	.30	18	.57	.35
6	.49	.41	19	.40	.31
7	.55	.45	20	.48	.52
8	.58	.41	21	.64	.48
9	.44	.31	22	.43	.45
10	.33	.53	23	.52	.29
11	.61	.43	24	.64	.48
12	.69	.39	25	.43	.38
13	.41	.49			

ตาราง 14 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหา
การอธิบายภาพวาดคำ (เชิงเนื้อหา) ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.67	.33	.22	14	.70	.30	.21
2	.54	.46	.25	15	.33	.67	.22
3	.37	.63	.23	16	.32	.68	.22
4	.48	.52	.25	17	.41	.59	.24
5	.72	.28	.20	18	.68	.32	.22
6	.49	.51	.25	19	.41	.59	.24
7	.54	.46	.25	20	.52	.48	.25
8	.58	.42	.24	21	.57	.43	.25
9	.45	.55	.25	22	.38	.62	.24
10	.45	.55	.25	23	.51	.49	.25
11	.62	.38	.24	24	.72	.28	.20
12	.67	.33	.22	25	.53	.47	.25
13	.50	.50	.25				

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาการวัด
ขยายภาพวาดว่า (เชิงเนื้อหา) ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้สูตร KR - 20
ของคูเคลอร์รีชาร์สัน

$$\begin{aligned}\sum pq &= 5.89 \\ \sum x &= 1058 \\ \sum x^2 &= 24469\end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร} \quad S_e^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า} &= \frac{(50 \times 24469) - (1058)^2}{50(50-1)} \\ &= 42.48\end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_e^2} \right]$$

$$\text{แทนค่า} \quad = \frac{25}{25-1} \left[1 - \frac{5.89}{42.48} \right]$$

$$\text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} = 0.89$$

ตาราง 15 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาการอธิบายภาพวาดคำ (เชิงปฏิบัติ) ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.59	.31	14	.48	.22
2	.38	.43	15	.58	.49
3	.42	.27	16	.56	.60
4	.59	.38	17	.46	.48
5	.33	.64	18	.54	.56
6	.62	.50	19	.57	.27
7	.32	.34	20	.48	.52
8	.32	.34	21	.64	.54
9	.46	.48	22	.62	.57
10	.30	.39	23	.41	.41
11	.71	.56	24	.52	.37
12	.49	.62	25	.65	.21
13	.43	.45			

ตาราง 16 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหา
การอธิบายภาพวาดคำ (เชิงปฏิบัติ) ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.60	.40	.24	14	.45	.55	.25
2	.40	.60	.24	15	.51	.49	.25
3	.41	.59	.24	16	.60	.40	.24
4	.53	.47	.25	17	.42	.58	.24
5	.27	.73	.20	18	.47	.53	.25
6	.57	.43	.25	19	.59	.41	.24
7	.37	.63	.23	20	.49	.51	.25
8	.35	.65	.23	21	.56	.44	.25
9	.43	.57	.25	22	.66	.34	.22
10	.28	.72	.20	23	.45	.55	.25
11	.76	.24	.18	24	.50	.50	.25
12	.49	.51	.25	25	.67	.33	.22
13	.35	.65	.23				

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาการ
อธิบายภาพวาด (เชิงปฏิบัติ) ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้สูตร KR - 20
ของคูเปอร์ริชาร์คสัน

$$\begin{aligned}\sum pq &= 5.9 \\ \sum x &= 1090 \\ \sum x^2 &= 2527\end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร} \quad s_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า} &= \frac{(50 \times 2527) - (1090)^2}{50(50-1)} \\ &= 30.93\end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

$$\text{แทนค่า} \quad = \frac{25}{25-1} \left[1 - \frac{5.9}{30.93} \right]$$

$$\text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} = 0.84$$

ตาราง 17 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการ
ถ่ายทอดภาพ (ระหว่างผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 2)

ตัวชี้วัดที่กำหนด	ผู้ประเมิน คนที่ 1 (x)	ผู้ประเมิน คนที่ 2 (y)	x^2	y^2	xy
การจัดเตรียมอุปกรณ์	3	3	9	9	9
ขั้นตอนปฏิบัติงาน	2	1	4	1	2
คุณภาพของผลงาน	4	5	16	25	20
การเสนอผลงาน	4	4	16	16	16
รวม	$\Sigma x = 13$	$\Sigma y = 13$	$\Sigma x^2 = 45$	$\Sigma y^2 = 51$	$\Sigma xy = 47$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการถ่ายทอดภาพ
โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

$$\Sigma xy = 47$$

$$\Sigma x = 13$$

$$\Sigma y = 13$$

$$\Sigma x^2 = 45$$

$$\Sigma y^2 = 51$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{N\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{[N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2][N\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}} \\ &= \frac{4 \times 47 - (13 \times 13)}{\sqrt{[4 \times 45 - (13)^2][4 \times 51 - (13)^2]}} \end{aligned}$$

$$\text{แทนค่า} = \frac{4 \times 47 - (13 \times 13)}{\sqrt{[4 \times 45 - (13)^2][4 \times 51 - (13)^2]}}$$

$$\text{แบบประเมินมีค่าความเชื่อมั่น } (r_1) = 0.96$$

ตาราง 18 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการ
 อัดขยายภาพ (ระหว่างผู้ประเมินคนที่ 2 กับผู้ประเมินคนที่ 3)

หัวข้อที่กำหนด	ผู้ประเมิน คนที่ 2 (x)	ผู้ประเมิน คนที่ 3 (y)	x^2	y^2	xy
การจัดเตรียมอุปกรณ์	3	3	9	9	9
ขั้นปฏิบัติงาน	1	2	1	4	2
คุณภาพของผลงาน	5	4	25	16	20
การเสนอผลงาน	4	4	16	16	16
รวม	$\Sigma x = 13$	$\Sigma y = 13$	$\Sigma x^2 = 51$	$\Sigma y^2 = 45$	$\Sigma xy = 47$

$$\Sigma xy = 47$$

$$\Sigma x = 13$$

$$\Sigma y = 13$$

$$\Sigma x^2 = 51$$

$$\Sigma y^2 = 45$$

$$N\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y$$

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \sqrt{\frac{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{N\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}}$$

$$\text{แทนค่า} = \sqrt{\frac{4 \times 47 - (13 \times 13)}{4 \times 51 - (13)^2}}$$

$$\text{แบบประเมินมีค่าความเชื่อมั่น } (r_2) = 0.96$$

ตาราง 19 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ของแยกประเมินความสามารถในการ
ออกยายภาพ (ระหว่างผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 3)

หัวข้อที่กำหนด	ผู้ประเมิน คนที่ 1 (x)	ผู้ประเมิน คนที่ 3 (y)	x^2	y^2	xy
การจัดเตรียมอุปกรณ์	3	3	9	9	9
ขั้นปฏิบัติงาน	2	2	4	4	4
คุณภาพของผลงาน	4	4	16	16	16
การเสนอผลงาน	4	4	16	16	16
รวม	$\Sigma x = 13$	$\Sigma y = 13$	$\Sigma x^2 = 45$	$\Sigma y^2 = 45$	$\Sigma xy = 45$

$$\Sigma xy = 45$$

$$\Sigma x = 13$$

$$\Sigma y = 13$$

$$\Sigma x^2 = 45$$

$$\Sigma y^2 = 45$$

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \frac{N \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{[N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2][N \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}}$$

$$\text{แทนค่า} = \frac{4 \times 45 - (13 \times 13)}{\sqrt{[4 \times 45 - (13)^2][4 \times 45 - (13)^2]}}$$

$$\text{แบบประเมินค่าความสัมพันธ์ (rs)} = 1.00$$

การหาค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบประเมินความสามารถในการอธิบายภาพ

$$\begin{aligned} r_1 &= 0.96 \\ r_2 &= 0.96 \\ r_3 &= 1.00 \\ N &= 3.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตรความเชื่อมั่นเฉลี่ย} &= \frac{r_1 + r_2 + r_3}{N^2} \\ &= \frac{0.96 + 0.96 + 1.00}{3.00} \end{aligned}$$

$$\text{แบบประเมินมีค่าความเชื่อมั่นโดยเฉลี่ย} = 0.97$$

ภาคผนวก ค

แผนการสอนที่ใช้ในการทดลอง

แผนการสอน กิจกรรมวิทยาศาสตร์ การอัดขยายภาพขาวดำ

เรื่อง "หลักการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำ"

เวลา 2 คาบ

สาระสำคัญ

1. หลักการอัดขยายภาพขาวดำเป็นกระบวนการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างแสงจากเครื่องอัดขยายภาพที่ฉายผ่านฟิล์มเนกาตีฟกับเยื่อไวแสงบนกระดาษอัดภาพในช่วงเวลาที่เหมาะสม

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำมีดังนี้

- 2.1 เครื่องอัดขยายภาพขาวดำ
- 2.2 กระดาษอัดขยายภาพ
- 2.3 ฟิล์มเนกาตีฟ
- 2.4 น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ
- 2.5 ถาดใส่น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ
- 2.6 ถาดน้ำไหล
- 2.7 เครื่องทำให้ภาพแห้ง
- 2.8 คีมคีบภาพ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการของการอัดขยายภาพขาวดำได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถบอกรายชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำได้

อย่างถูกต้อง

เนื้อหา

หลักการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูให้นักเรียนดูภาพที่อัดขยายแล้วกับภาพจากฟิล์มเนกาตีฟแล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักการของการนำภาพจากฟิล์มเนกาตีฟให้ปรากฏบนกระดาษอัดภาพและรายชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำ

ขั้นตอนการสอน

1. ครูให้นักเรียนดูวีดีทัศน์ เรื่องหลักการและขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำ เป็นเวลาประมาณ 45 นาที และให้นักเรียนสรุปเกี่ยวกับหลักการของการอัดขยายภาพขาวดำและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลักการอัดขยายภาพขาวดำและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำ

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปหลักการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำ

ขั้นประเมินผล

1. การตอบคำถาม
2. ตรวจสอบผลงานการสรุปเกี่ยวกับหลักการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำ

อุปกรณ์การสอน

1. โทรทัศน์
2. เครื่องเล่นวีดีทัศน์
3. วีดีทัศน์ เรื่องหลักการและขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำของกรมการศึกษา

นอกโรงเรียน

แผนการสอน กิจกรรมวิทยาศาสตร์ การอัดขยายภาพขาวดำ
เรื่อง "วิธีการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพ"

เวลา 2 คาบ

สาระสำคัญ

เครื่องอัดขยายภาพขาวดำและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการอัดขยายภาพการให้เครื่องอัดขยายภาพและอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องใช้อย่างถูกวิธีและรู้จักระวังรักษาอุปกรณ์เหล่านี้ให้ถูกต้องเพื่อให้ภาพที่อัดขยายมีคุณภาพดีและทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์เหล่านี้ยาวนานยิ่งขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการใช้เครื่องอัดขยายภาพดำได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพขาวดำได้อย่างถูกต้อง

เนื้อหา วิธีการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูให้นักเรียนดูอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพและเครื่องอัดขยายภาพขาวดำ แล้วถามถึงวิธีการใช้อุปกรณ์แต่ละชนิด

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูนำเข้าสู่การทดลอง อธิบาย และสาธิตการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดขยายภาพแต่ละชนิด
2. ครูให้นักเรียนทำการทดลองใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำ โดยให้นักเรียนทำการปรับภาพให้ได้ภาพที่คมชัดบนกระดาษอัดภาพ แล้วนำไปทำการล้างด้วยน้ำยาล้างกระดาษอัดภาพจนได้ภาพบนกระดาษอัดภาพ

3. นักเรียนรวบรวมข้อมูลและนำการสรุปหลักเกณฑ์ วิธีการใช้เครื่องอัดขยายภาพ
ขาวดำและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการอัดขยายภาพ

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปหลักการการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำและอุปกรณ์ที่ใช้ใน
การอัดขยายภาพ

ขั้นประเมินผล

1. การตอบคำถาม
2. ตรวจสอบผลงานการสรุปเกี่ยวกับหลักการการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำและอุปกรณ์
ที่ใช้ในการอัดขยายภาพ

อุปกรณ์การสอน

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน | (กลุ่มควบคุม) |
| 2. เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น | (กลุ่มทดลอง) |
| 3. กระดาษอัดขยายภาพ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 4. फिल्मเนกาตีฟ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 5. น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 6. ถาดใส่น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ 3 ใบ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 7. ถาดน้ำไหล 1 ใบ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 8. คีมคีบภาพ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |

แผนการสอน กิจกรรมวิทยาศาสตร์ การอัดขยายภาพขาวดำ

เรื่อง "ขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำ"

เวลา 2 คาบ

สาระสำคัญ

ขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำประกอบไปด้วยการนำฟิล์มเนกาตีฟมาทำการฉายแสงโดยเครื่องขยายภาพ ทำให้เกิดภาพที่คมชัดบนกระดาษอัดภาพในช่วงเวลาที่เหมาะสม แล้วนำกระดาษอัดภาพไปผ่านกระบวนการล้างกระดาษอัดภาพจนได้ภาพที่สมบูรณ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถปฏิบัติการอัดขยายภาพขาวดำ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพได้

เนื้อหา ขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำว่ามีวิธีการอย่างไร

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูนำเข้าสู่การทดลอง อธิบาย และสาธิตการใช้อุปกรณ์การทดลอง และวิธีการทดลองตามขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำ
2. ครูให้นักเรียนทำการทดลองอัดขยายภาพขาวดำคนละ 2 ภาพ
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการอัดขยายภาพขาวดำ

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการถ่ายภาพยนตร์

ขั้นประเมินผล

1. นักเรียนตอบคำถาม
2. ตรวจผลงานการถ่ายภาพยนตร์

อุปกรณ์การสอน

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| 1. เครื่องถ่ายภาพยนตร์มาตรฐาน | (กลุ่มควบคุม) |
| 2. เครื่องถ่ายภาพยนตร์ที่พัฒนาขึ้น | (กลุ่มทดลอง) |
| 3. กระดาษอัดภาพ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 4. ฟิล์มเนกาตีฟ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 5. น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 6. ถาดใส่น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ 3 ใบ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 7. ถาดน้ำไหล 3 ใบ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 8. คีมคีบภาพ 3 อัน | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |

แผนการสอน กิจกรรมวิทยาศาสตร์ การอัญมัยภาพขาวดำ

เรื่อง "การหาเวลาของการฉายแสง"

เวลา 2 คาบ

สาระสำคัญ

การใช้เวลาในการฉายแสงของการอัญมัยภาพที่แตกต่างกัน มีผลต่อความเข้มของสีขาวดำที่ปรากฏในภาพต่างกัน คือ ถ้าใช้เวลานานจะทำให้ภาพมีสีดำเข้ม ถ้าใช้เวลาน้อยจะทำให้ภาพมีสีขาวชัด เวลาที่เหมาะสมจะทำให้ได้ภาพที่สวยงามและมีความเข้มของสีขาวดำเหมือนวัตถุจริงในธรรมชาติ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการทดสอบการหาเวลาของการฉายแสงที่เหมาะสมได้
2. นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดสอบหาเวลาของการฉายแสงที่เหมาะสมได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูให้นักเรียนดูภาพที่มีความเข้มของสีขาวดำแตกต่างกัน แล้วให้นักเรียนเลือกภาพที่เหมาะสมที่สุด พร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือก

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูนำเข้าสู่การทดลอง อธิบาย และสาธิตการใช้อุปกรณ์การทดลอง และวิธีทำการทดลอง
2. ครูให้นักเรียนทำการทดลองฉายแสงผ่านฟิล์ม เนกาตีฟลงบนกระดาษอัดภาพในเวลาที่แตกต่างกันแล้วนำกระดาษอัดภาพนั้นไปผ่านกระบวนการล้างกระดาษอัดภาพเป็นรายบุคคล
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการทดลองแล้วนำมาอภิปรายร่วมกัน

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปหลักเกณฑ์การใช้เวลาฉายแสงในการอัดขยายภาพ

ที่เฉพาะสิ่ง

ขั้นประเมินผล

1. นักเรียนตอบคำถาม
2. ตรวจผลงานการอัดขยายภาพขาวดำ

อุปกรณ์การสอน

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน | (กลุ่มควบคุม) |
| 2. เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น | (กลุ่มทดลอง) |
| 3. กระดาษอัดขยายภาพ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 4. फिल्मเนกาตีฟ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 5. น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 6. ถาดใส่น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ 3 ใบ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 7. ถาดน้ำไหล 3 ใบ | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |
| 8. คีมคีบภาพ 3 อัน | (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) |

แผนการสอน กิจกรรมวิทยาศาสตร์ การอัดขยายภาพขาวดำ

เรื่อง "หลักการจัดภาพ"

เวลา 2 คาบ

สาระสำคัญ

ก่อนทำการอัดขยายภาพเพื่อให้เกิดภาพบนกระดาษอัดภาพจะต้องมีการจัดภาพให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์การจัดภาพเสียก่อนเพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพดี

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถจัดภาพที่จะทำการอัดขยายให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การจัดภาพได้
2. นักเรียนสามารถยกข้อบกพร่องในการจัดภาพของภาพแต่ละภาพได้

เนื้อหา หลักการจัดภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูให้นักเรียนดูภาพที่มีการจัดภาพแตกต่างกัน (โดยภาพแรกเป็นภาพที่มีการจัดภาพไม่ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ การจัดภาพส่วนอีกภาพเป็นภาพที่มีการจัดภาพถูกต้องตามหลักเกณฑ์การจัดภาพ) ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกภาพที่มีการจัดภาพได้อย่างถูกต้องพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกภาพ

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูอธิบายถึงหลักเกณฑ์การจัดภาพแบบต่าง ๆ
2. ครูนำภาพต่าง ๆ มาให้นักเรียนดู และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการจัดภาพของภาพแต่ละภาพ
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหลักเกณฑ์การจัดภาพแบบต่าง ๆ แล้วนำเสนออภิปรายร่วมกัน

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปหลักเกณฑ์การจัดภาพแบบต่าง ๆ

ขั้นประเมินผล

1. การตอบคำถาม
2. การแสดงความคิดเห็นและร่วมอภิปราย

อุปกรณ์การสอน (ใช้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม)

1. ภาพที่มีการจัดภาพได้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การจัดภาพแบบต่าง ๆ จำนวน

15 ภาพ

2. ภาพที่มีการจัดภาพไม่ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การจัดภาพแบบต่าง ๆ จำนวน

15 ภาพ

แผนการสอน กิจกรรมวิทยาศาสตร์ การอัดขยายภาพขาวดำ

เรื่อง "วิธีการอัดขยายภาพขนาดต่าง ๆ"

เวลา 2 คาบ

สาระสำคัญ

การอัดขยายภาพขนาดต่าง ๆ สามารถกระทำได้โดยการปรับความสูงต่ำของเครื่องอัดขยายภาพ โดยมีหลักเกณฑ์คือ ถ้าปรับให้เครื่องอัดขยายภาพอยู่ในระดับสูงขึ้นภาพที่ได้จะมีขนาดใหญ่ แต่ถ้าลดระดับความสูงของเครื่องอัดขยายภาพที่ได้จะมีขนาดเล็กลง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการอัดขยายภาพให้มีขนาดต่าง ๆ ได้
2. นักเรียนสามารถปฏิบัติการอัดขยายภาพให้มีขนาดต่าง ๆ ได้

เนื้อหา วิธีการอัดขยายภาพขนาดต่าง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูให้นักเรียนดูภาพขาวดำที่อัดขยายแล้ว แต่มีขนาดต่าง ๆ กัน แล้วให้นักเรียนอธิบายถึงวิธีการอัดขยายภาพขนาดต่าง ๆ

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูนำเข้าสู่การทดลอง อธิบาย และสาธิตการใช้อุปกรณ์การทดลอง และวิธีทำการทดลองอัดขยายภาพให้ได้ภาพขนาดต่าง ๆ กัน 3 ขนาด (ขนาด $3\frac{1}{2}" \times 5"$, ขนาด $5" \times 7"$, ขนาด $8" \times 10"$)
2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ทำการทดลองอัดขยายภาพตามวิธีการทดลอง
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากผลการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการในการอัดขยายภาพวาดคำใหม่ขนาดต่าง ๆ กัน

ขั้นประเมินผล

1. นักเรียนตอบคำถาม
2. ตรวจผลงานการอัดขยายภาพวาดคำ

อุปกรณ์การสอน

1. เครื่องอัดขยายภาพวาดมาตรฐาน (กลุ่มควบคุม)
2. เครื่องอัดขยายภาพวาดที่พัฒนาขึ้น (กลุ่มทดลอง)
3. กระดาษอัดภาพ 3 ขนาด (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม)
(ขนาด $3\frac{1}{2}'' \times 5''$, ขนาด $5'' \times 7''$, ขนาด $8'' \times 10''$)
4. น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม)
5. ถาดใส่น้ำยาล้างกระดาษอัดภาพ 3 ใบ (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม)
6. ถาดน้ำไหล 3 ใบ (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม)
7. ที่วางกระดาษอัดภาพ 3 ขนาด (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม)
8. คีมคีบภาพ 3 คัน (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม)

แผนการสอน กิจกรรมวิทยาศาสตร์ การอัดขยายภาพขาวดำ

เรื่อง "สาเหตุและวิธีแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยาย"

เวลา 2 คาบ

สาระสำคัญ

ภาพขาวดำที่อัดขยายได้ จะมีคุณภาพดีต้องเป็นภาพที่ไม่มีข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ เช่น มีจุดขาวกลมเป็นหย่อม ๆ มีจุดดำกลมเป็นหย่อม ๆ ภาพเป็นสีเทา เยื่อไวแสงของกระดาษพองล่อน โดยผู้ทำการอัดขยายภาพควรต้องหาวิธีแก้ไขไม่ให้เกิดข้อบกพร่องต่าง ๆ ขณะทำการอัดขยายภาพ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยายได้
2. นักเรียนสามารถบอกวิธีแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยายได้

เนื้อหา สาเหตุและวิธี การแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยาย

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูให้นักเรียนดูภาพที่มีข้อบกพร่อง คือ ภาพที่มีจุดขาวกลม เป็นหย่อม ๆ ภาพที่มีจุดดำกลมเป็นหย่อม ๆ ภาพที่เป็นสีเทา ภาพที่เยื่อไวแสงของกระดาษพองล่อน แล้วให้นักเรียนบอกสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเหล่านี้ พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูอธิบายถึงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องต่าง ๆ พร้อมทั้งเสนอวิธีแก้ไขในการอัดขยายภาพ

2. ครูนำภาพที่มีข้อบกพร่องแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว
ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุและวิธีแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยายได้ โดยให้
นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาเหตุและวิธีแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยายได้

ขั้นประเมินผล

1. การตอบคำถาม
2. ตรวจผลงาน

อุปกรณ์การสอน (ใช้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม)

ภาพที่มีข้อบกพร่อง ประเภทละ 7 ภาพ ได้แก่

1. ภาพที่มีจุดขาวกลมเป็นหย่อม ๆ
2. ภาพที่มีจุดดำกลมเป็นหย่อม ๆ
3. ภาพที่เป็นสีเทา
4. ภาพที่เยื่อไวแสงของกระดาษฟองล่อน

แผนการสอน กิจกรรมวิทยาศาสตร์ การอัดขยายภาพขาวดำ
เรื่อง "สาเหตุและวิธีแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยาย"

เวลา 2 คาบ

สาระสำคัญ

ภาพขาวดำที่อัดขยายได้จะมีคุณภาพดี ต้องเป็นภาพที่ไม่มีข้อบกพร่องในด้าน ๆ เช่น ภาพดำมืด ภาพมีสีเทาขาว ภาพมีจุดสีเหลืองหรือสีน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วไป ภาพที่มีสีไม่สดใส โดยผู้ทำการอัดขยายภาพต้องหาวิธีแก้ไข ไม่ให้เกิดข้อบกพร่องต่าง ๆ ขณะทำการอัดขยายภาพ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยายได้
2. นักเรียนสามารถบอกวิธีแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยายได้

เนื้อหา สาเหตุและวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยาย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูให้นักเรียนดูภาพที่มีข้อบกพร่องต่าง ๆ ได้แก่ ภาพดำมืด ภาพที่มีสีขาวขีด ภาพที่มีจุดสีเหลือง หรือสีน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วไป ภาพที่มีสีไม่สดใส แล้วให้นักเรียนบอกสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเหล่านี้ พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูอธิบายถึงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องต่าง ๆ พร้อมทั้งเสนอวิธีแก้ไข

ในการอัดขยายภาพ

2. ครูนำภาพที่มีข้อบกพร่องแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว มาให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุและวิธีแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่อัดขยายได้ โดยให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาเหตุและวิธีแก้ไขข้อบกพร่องของภาพที่ถ่ายขยายได้

ขั้นประเมินผล

1. การตอบคำถาม
2. ตรวจผลงาน

อุปกรณ์การสอน (ใช้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม)

ภาพที่มีข้อบกพร่อง ประเภทละ 7 ภาพ ได้แก่

1. ภาพค้ำมิด
2. ภาพสีขาวซีด
3. ภาพที่มีจุดสีเหลืองหรือสีน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วไป
4. ภาพที่มีสีไม่สดใส

ภาคผนวก ง

ขั้นตอนการสร้างเครื่องอัดขยายภาพวาดที่พัฒนาขึ้น

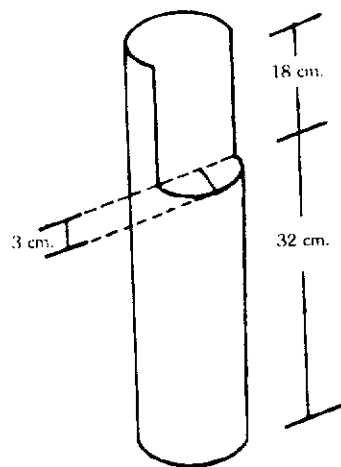
ตารางสรุปการนำวัสดุทดแทนมาใช้ในเครื่องอัดขยายภาพวาดที่พัฒนาขึ้น

ตารางแสดงรายละเอียดของวัสดุที่นำมาจัดสร้าง

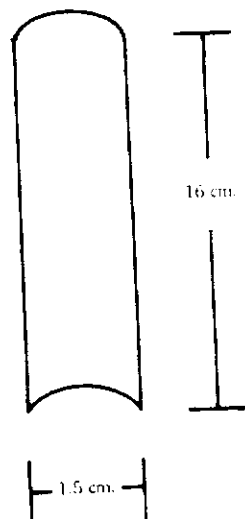
ขั้นตอนการสร้างเครื่องกลยายภาพวาดค่าที่พัฒนาขึ้น

1. ส่วนลำตัวกล่อง มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

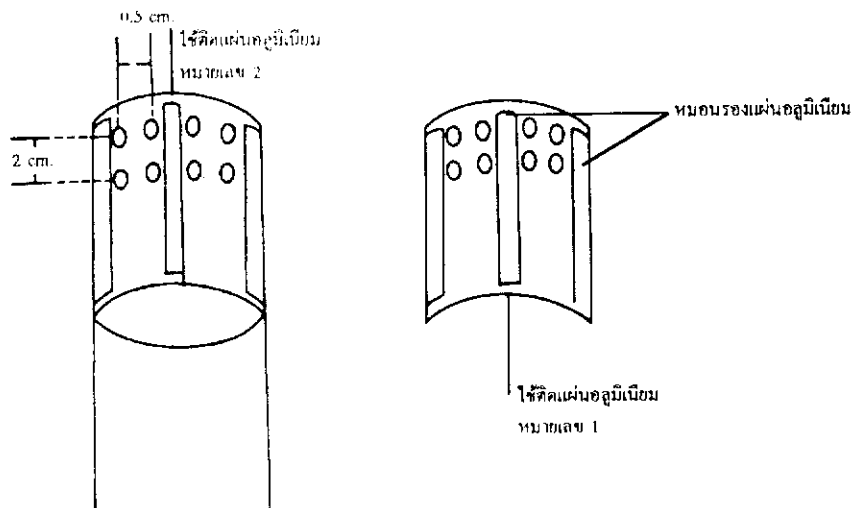
1.1 นำท่อ พี วี ซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 นิ้ว ยาว 50 cm. มาตัดตามขวางลึกจากด้านล่างเป็น 3 cm. แล้วตัดตามยาว ยาว 18 cm. จนรอยตัดมาพบกัน แยกท่อ พี วี ซี ออกเป็น 2 ส่วน ดังรูป



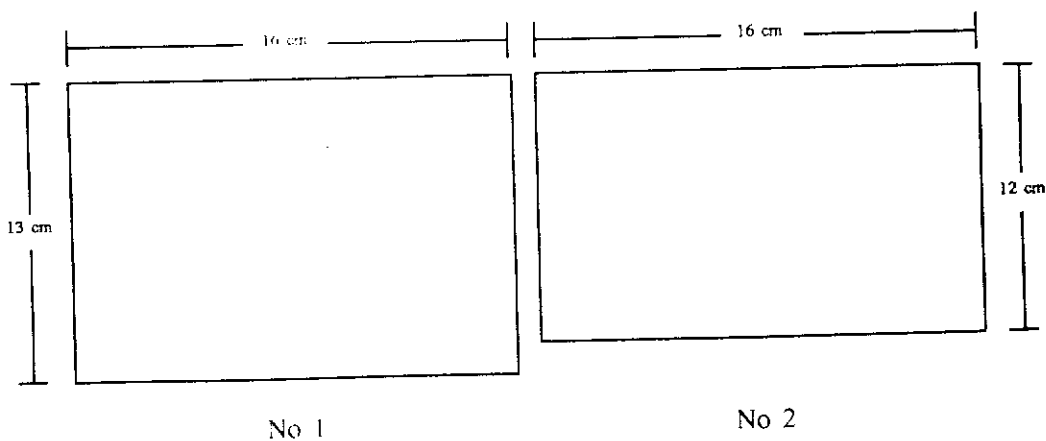
1.2 นำเศษท่อ พี วี ซี ขนาด 1.5 x 16 cm. จำนวน 6 อัน มายึดกับท่อ พี วี ซี ด้วยกาวติดท่อ พี วี ซี เพื่อทำหมอนรองแผ่นอลูมิเนียมกันความร้อน ดังรูป



1.3 นำท่อ พี วี ซี จากข้อ 1.2 มาเจาะรูด้วยสว่านเจาะไม้ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 cm. โดยให้แต่ละรูห่างกันประมาณ 0.5 cm. 1 จะเรียงเป็นแถวรอบ ท่อ พี วี ซี ทั้ง 2 ส่วน โดยแต่ละแถวห่างกันประมาณ 2 cm. จำนวน 8 แถว เพื่อระบาย ความร้อน

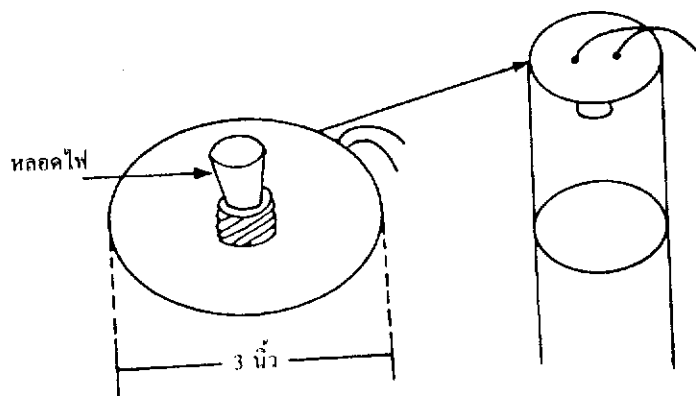


1.4 นำแผ่นอลูมิเนียมหนา 0.5 cm. (อลูมิเนียมแผ่นเรียบที่ใช้ปิดท้ายประตู ห้องน้ำกันประตู) มาตัดด้วยกรรไกรให้มีขนาดดังนี้ หมายเลข 1 ขนาด 16 x 13 cm. และหมายเลข 2 ขนาด 16 x 12 cm. ดังรูป

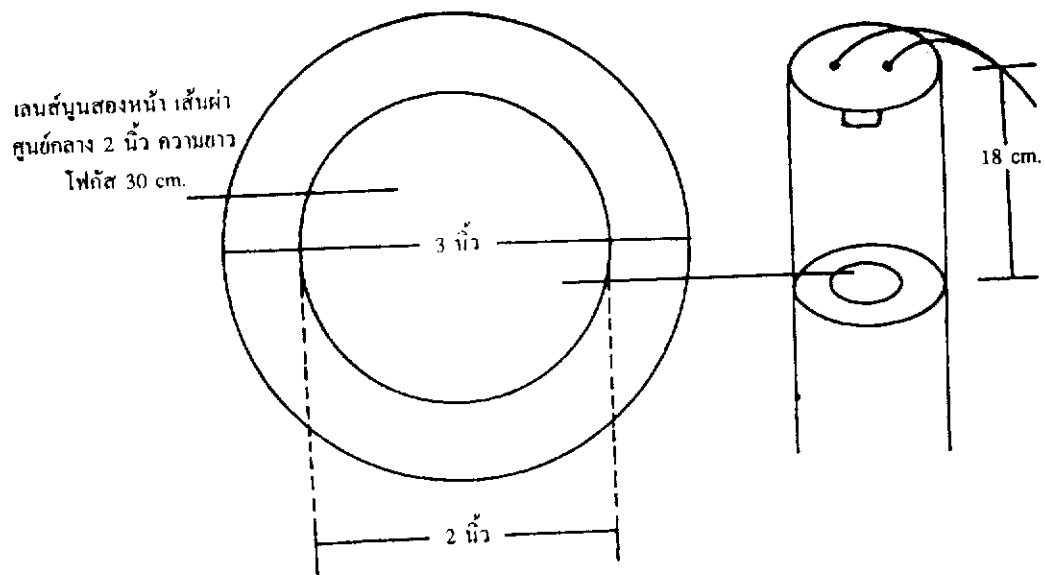


1.5 นำแผ่นอลูมิเนียมทั้ง 2 แผ่น มาตัดจนหมดร่องในท่อ พี วี ซี ที่ ยึดด้วย สกรูขนาด 0.3×1.0 เซนติเมตร แผ่นละ 4 ตัว ดังรูป ในข้อ 1.4

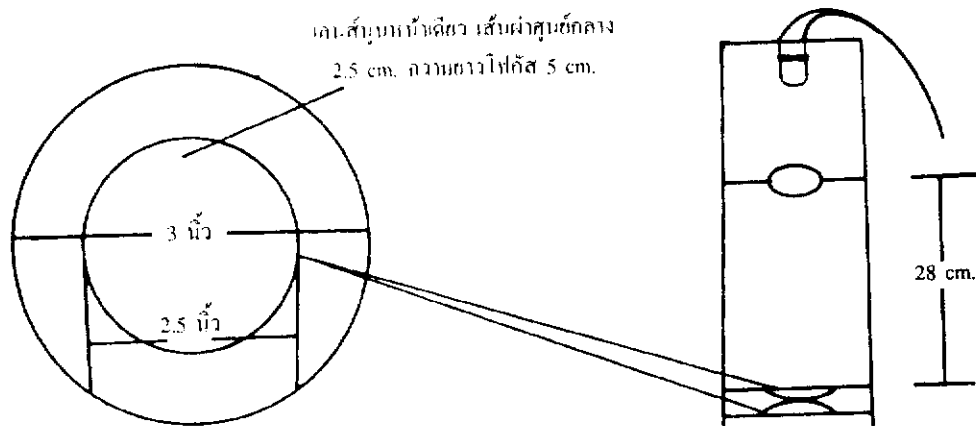
1.6 นำกระดาษอัดแห้งมาเลื่อยด้วยเลื่อยฉลุเป็นรูวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว จำนวน 1 แผ่น นำขี้หลอดไฟฟ้านิตเกสียาวมายึดติดด้วยสกรู โดยให้ฐานขี้หลอดไฟอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของวงกลม เจะรู้ที่กระดาษอัดแห้งจำนวน 2 รู ขนาดเท่า ขนาดของสายไฟ 0.5 SQMM เพื่อให้สายไฟที่ต่อจากขี้หลอดไฟออกมาด้านนอกหลอดแล้วต่อ เชื่อมกับสวิตซ์ตั้งเวลาฉายแสง (Timer) นำไปยึดติดด้วยกาวติด พี วี ซี ด้านบนของหลอด หลอด



1.7 นำกระดาษอัดแข็งมาเลื่อยด้วยเลื่อยจตุรัสเป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว จำนวน 1 แผ่น เจาะรูตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว นำแผ่นสีนูน 2 หน้า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ไปก๊อปปี้ติดด้วยกาวติดท่อ พี วี ซี แล้วนำไปประกอบลงในท่อ พี วี ซี ส่วนล่างด้านล่าง โดยให้มีระยะห่างจากขอบด้านบนของลำตัวกล้อง 18 cm. ดังรูป



1.8 นักประดิษฐ์คิดแข่งมา ล้อยด้วยล้อจลุนเป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว จำนวน 2 แผ่น เจาะรูตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว นำเลนส์นูนหน้าเดี่ยวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว ความยาวโฟกัส 15 cm. ไปยึดติดด้วยกาวติด พี วี ซี นำไปประกบลงบนท่อ พี วี ซี ด้านล่างโดยให้ด้านโค้งของเลนส์หันหน้าเข้าหากัน โดยวางห่างจากเลนส์นูนรวมแสงด้านแรก 28 cm. ดังรูป



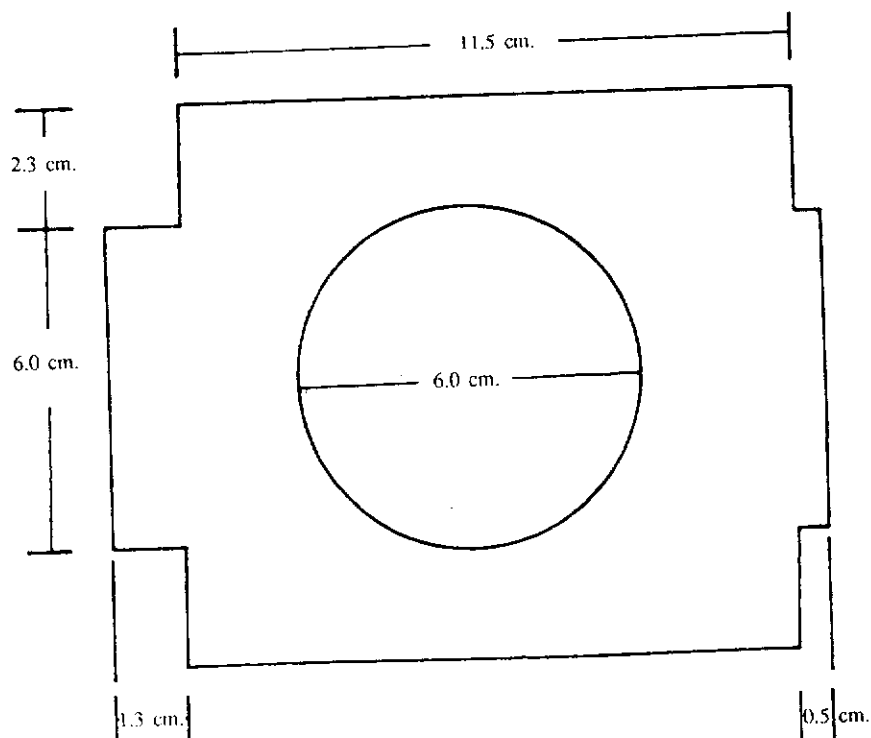
2. ส่วนช่องบรรจุกรอบใส่ฟิล์มเนกาตีฟ มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.1 นำแผ่นพลาสติกเหนียวที่หาได้จากภาชนะพลาสติกสี่เหลี่ยมที่มีขายตามท้องตลาดมาตัดเอาเฉพาะส่วนก้นภาชนะ

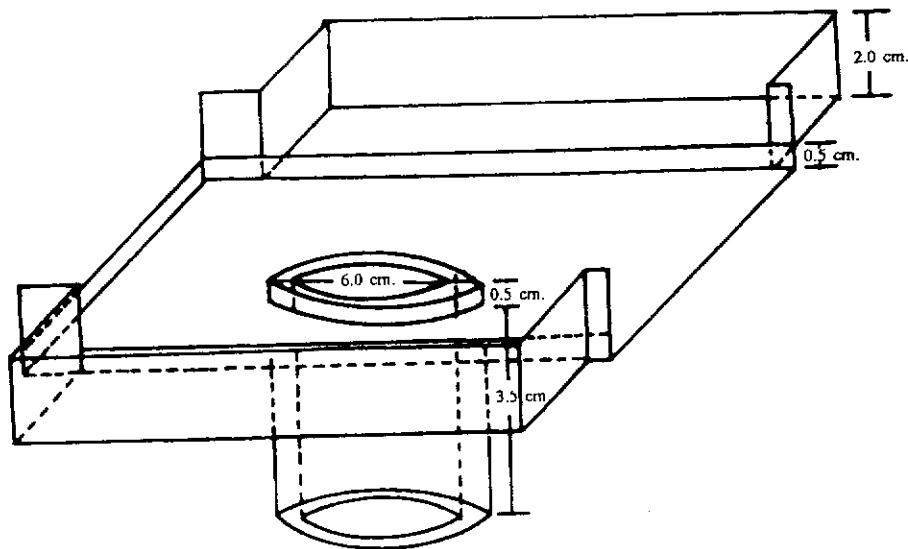


2.2 นำแผ่นพลาสติกมาเลื่อยด้วยเลื่อยจสิให้มีรูปร่างและขนาดดังรูป พร้อมทั้งนำเลื่อยจสิมาเลื่อยเป็นรูปร่างกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 cm. ดังรูป

ภาพขยายฐานกล่องบรรจุที่ใส่เนกาตีฟ



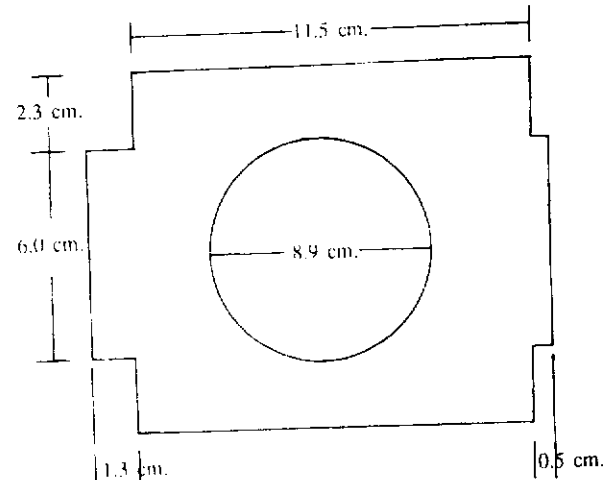
2.3 นำแผ่นพลาสติกที่เหลื้อมาเลื่อยเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สูง 2 cm. โดยมีความยาวเท่าส่วนต่าง ๆ ของแผ่นพลาสติกในข้อ 2.2 แล้วนำมายึดติดด้วยกาวติด พี วี ซี เป็นขอบ ดังรูป



2.4 นำท่อ พี วี ซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 cm. ยาว 4 cm. มาใส่ในช่องวงกลมที่จะเจาะไว้บนแผ่นพลาสติกตามข้อ 2.2 โดยให้ท่อ พี วี ซี โผล่พ้นแผ่นพลาสติกขึ้นมา 0.5 cm. แล้วยึดติดด้วยกาวติด พี วี ซี ดังรูป ข้อ 2.3

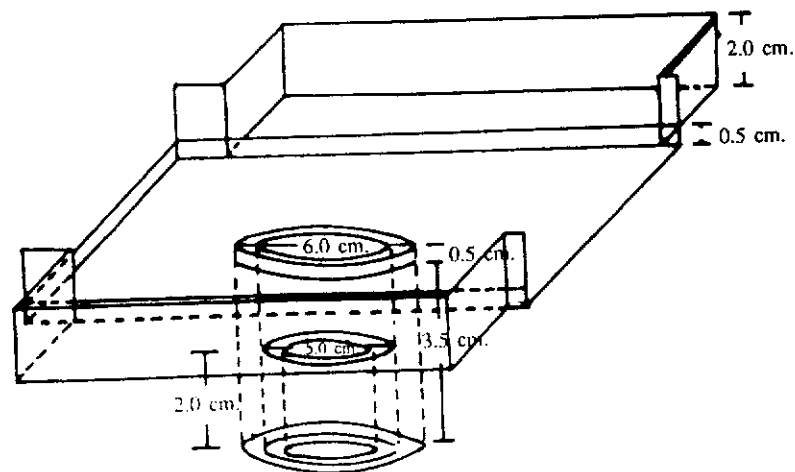
2.5 นำแผ่นพลาสติกที่เหลือมาเลื่อยด้วยเลื่อยฉลุที่มีขนาดเท่ากับแผ่นพลาสติก

ในข้อ 2.2 แต่ตรงกลางเจาะเป็นรูปร่างกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.9 cm. ดังรูป

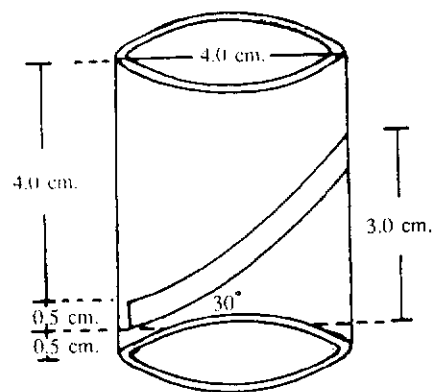


3. ส่วนของเลนส์ขยายและตัวปรับโฟกัสของเลนส์ขยายมีขั้นตอนการร่างดังต่อไปนี้

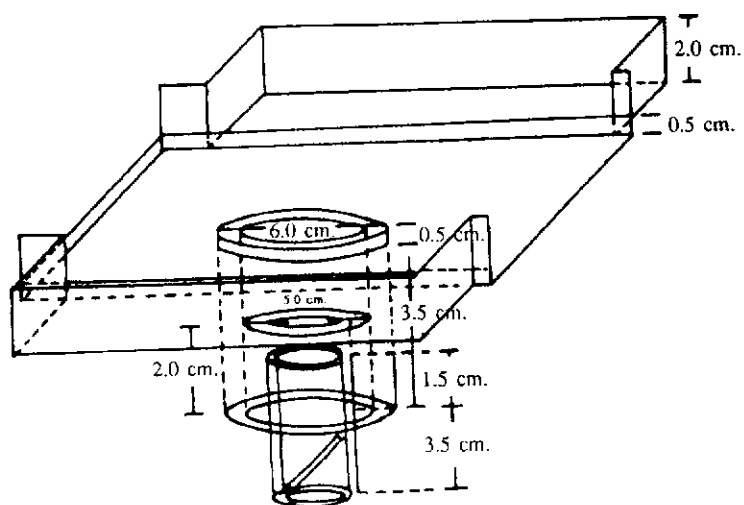
3.1 นำท่อ พี วี ซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 cm. ยาว 2 cm. มาใส่เข้าไปในท่อ พี วี ซี เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 cm. ของส่วนที่เป็นช่องบรรจุรอบใส่ฟิล์มเนกาตีฟแล้วยึดติดด้วยกาวติด พี วี ซี ดังรูป



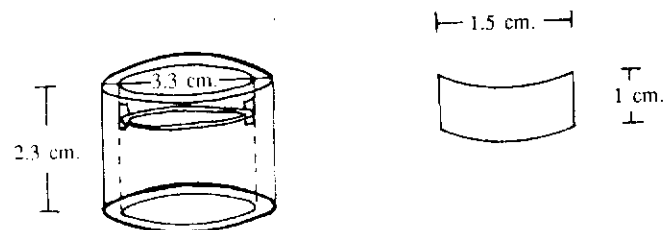
3.2 นาท่อ พี วี ที่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 cm. ยาว 5 cm. มาเจาะเป็นร่องขนาด 0.5 cm. ยาว 5 cm. ในลักษณะเอียงเป็นมุม 45° กับฐานของท่อ ดังรูป โดยใช้เลื่อยมือ



3.3 นาท่อ พี วี ที่ จากข้อ 3.2 มาสวมเข้ากับท่อ พี วี ที่ ด้านล่างของช่องบรรจุรอกใบฟิล์มเล็ก 1.5 cm. ยึดติดด้วยกาวติด พี วี ที่ ดังรูป

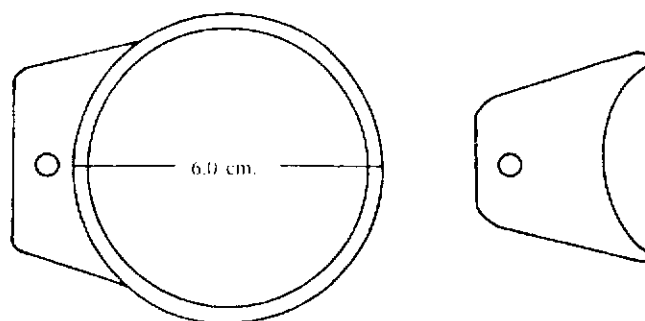


3.1 นำท่อ พี วี ซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.3 เซนติเมตร ยาว 2.3 เซนติเมตร มาตัดเพื่อนำร่องเลนส์ที่ทำจากเศษท่อ พี วี ซี ขนาด 1×1.5 cm. ทั้งหมด 4 อัน นำมายึดติดโดยใช้กาวติด พี วี ซี ดังรูป



4. ฟิลเตอร์พร้อมที่ยึด

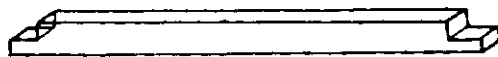
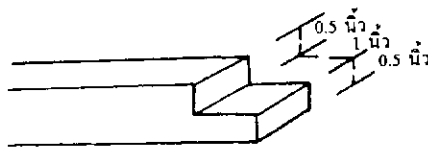
4.1 นำท่อ พี วี ซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.0 cm. มาตัดตามขวางเป็นวงหนา 0.5 cm. ทำที่ยึดตามขนาดเท่าของจริง ดังรูป



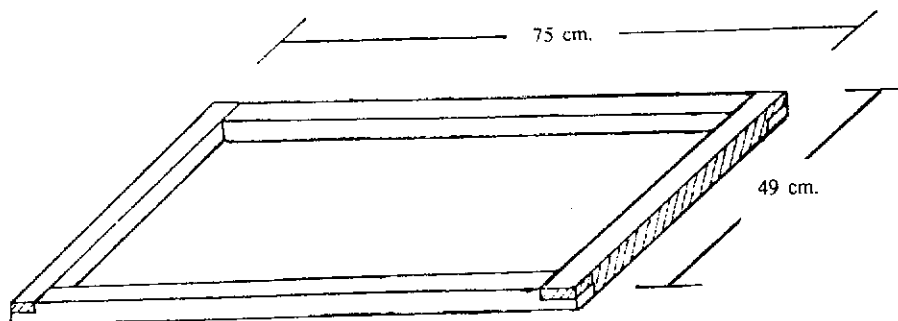
4.2 ตัดแผ่นพลาสติกให้เป็นรูปร่างกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 cm. นำสติกเกอร์สีแดงชนิดไม่แข็งแรง (ที่ใช้ติดไฟส่องทางของรถมอเตอร์ไซด์มีขายตามร้านขายสติกเกอร์ทั่วไป) ติดทับลงไปบนแผ่นพลาสติกที่ตัดไว้ 2 ชิ้น

5. ทำางกระดาษห่อคัพพร้อมขาตั้ง ให้ขั้นตอนการส้างดังนี้

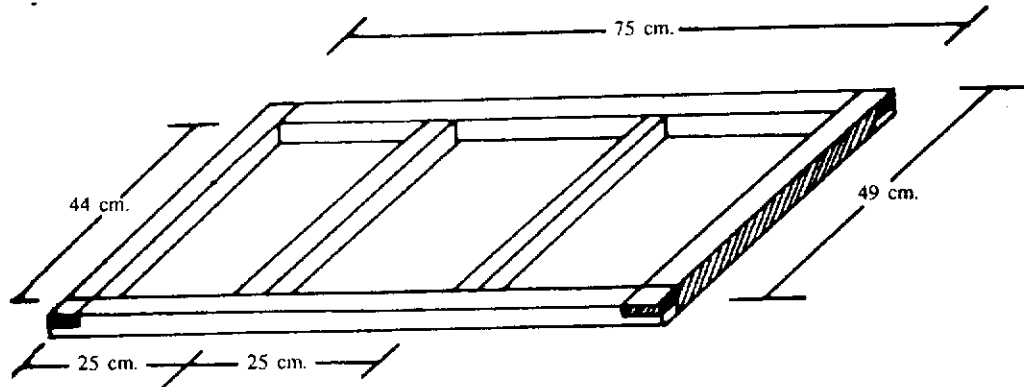
5.1 นำไม้ระแนงขนาด 2.5 - 2.5 cm. มาเลื่อยให้มีมีความยาว 75 cm. จำนวน 2 ท่อน และ 49 cm. จำนวน 2 ท่อน แล้วนำไม้ทั้งหมดมาบากหัวไม้ ดังรูป



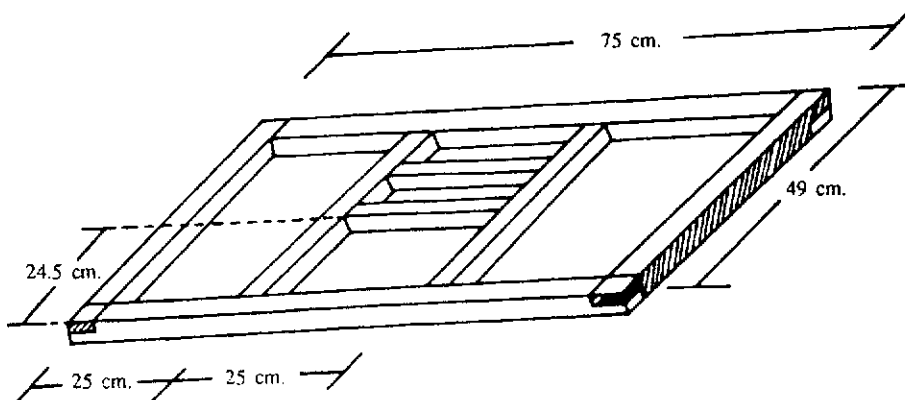
5.2 นำไม้ทั้ง 4 อัน ที่บากหัวแล้วมาประกอบต่อกันเป็นรูปสี่เหลี่ยม ใช้ตะปูขนาด 1 นิ้ว ตอกยึดตรงรอยประกบ ดังรูป



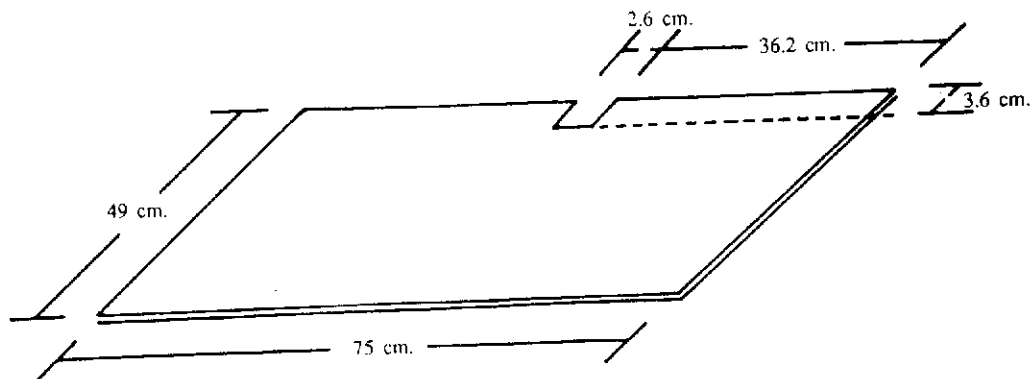
5.3 นำไม้ระแนงขนาด 2.5×2.5 cm. มาเลื่อยให้มีความยาว 44 cm. จำนวน 2 ท่อน นำมาใส่ยึดกรอบไม้สี่เหลี่ยมในข้อ 5.2 โดยใช้ตะปูขนาด 1.5 นิ้ว ตอกยึดตามขนาดดังรูป



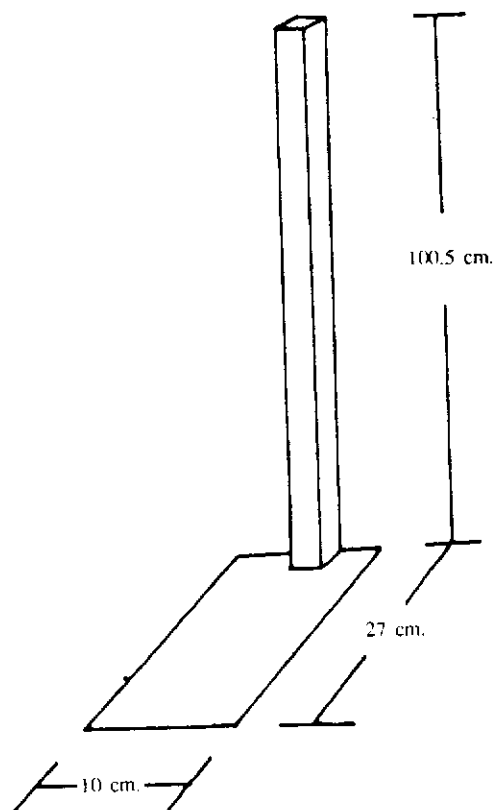
5.4 นำไม้ระแนงขนาด 2.5×2.5 cm. มาเลื่อยให้มีความยาว 25 cm. จำนวน 2 ท่อน นำมาตอกด้วยตะปูขนาด 1.5 นิ้ว ยึดระหว่างช่องภายในของกรอบไม้สี่เหลี่ยมในข้อ 5.3 ดังรูป



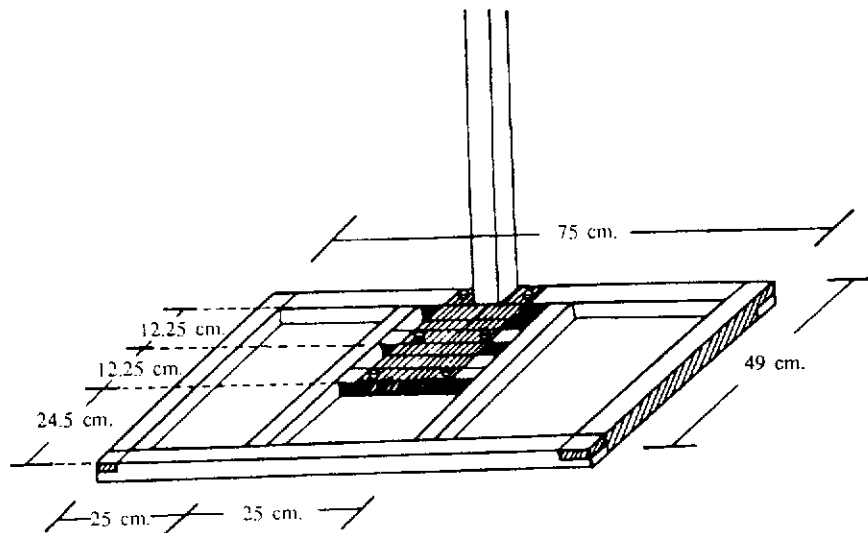
5.5 นำไม้กลัดติดด้วยแผ่นฟลอร่ากำหนดผ่าด้านขนาด 4 cm. มาเลื่อยให้มีขนาด 19 x 75 cm. พร้อมเจาะช่องใส่ขาตั้ง ดังรูป



5.6 นำเหล็กโปร่งสี่เหลี่ยมชนิดหนา ขนาด 1 x 1 นิ้ว ความยาว 100.5 cm. กับเหล็กแผ่นหนา 0.3 cm. ขนาด 10 x 27 cm. มาเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมโลหะด้วยกระแสไฟฟ้ายึดติดกันให้ได้จาก ดังรูป

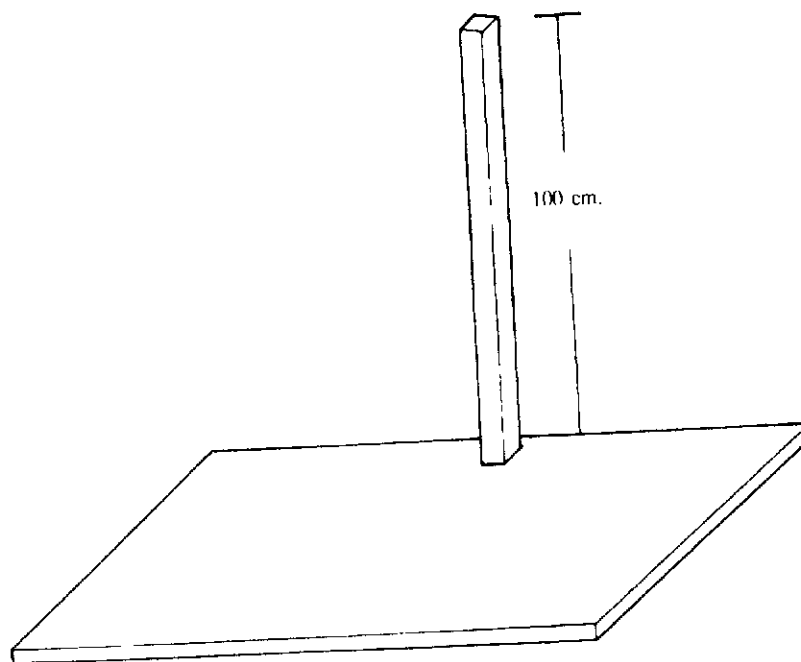


5.7 นำมาตั้งที่สร้างเสร็จแล้วในข้อ 5.6 นำมายึดติดกับกรอบไม้สี่เหลี่ยมที่สร้างไว้แล้วในข้อ 5.4 เจาะรูแฉกเหล็กให้ตรงกับฐานให้ระนาบ แล้วยึดด้วยสกรูขนาด 1 นิ้ว จำนวน 6 ตัว ดังรูป

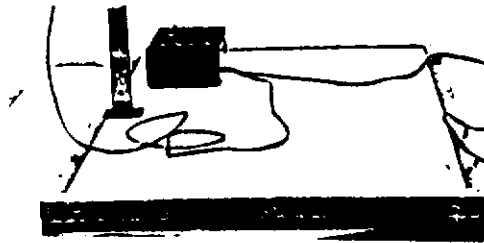


5.8 นำแผ่นไม้คดเคลือบขาวในข้อ 5.5 มาประกอบยึดด้วยตะปูขนาด 1 นิ้ว

ดังรูป

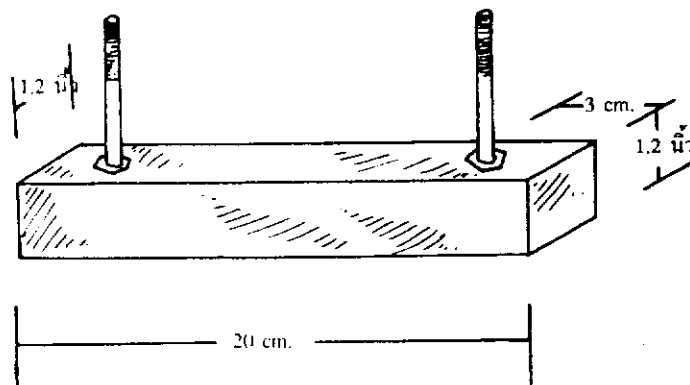


5.9 นำขอล้อมลิ่ม นิ่มจาก ขนาด 1x1 นิ้ว มาใส่เพื่อให้เกิดความเรียบร้อย
สวยงามยึดติดด้วยสกรูขนาด 3/4 นิ้ว ดังรูป



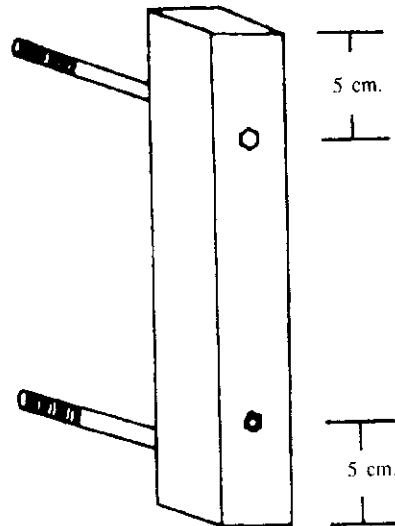
6. พียึดเครื่องอัดขยายภาพพร้อมตัวปรับเลื่อนความสูง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

6.1 นำเหล็กโปร่งชนิดหนา ขนาด 1.2 x 1.2 นิ้ว ยาว 20 cm. กัดเนื้อ
ขนาด 3 ทุน ยาว 5.5 นิ้ว 2 ตัว มาเชื่อมติดกันด้วยเครื่องเชื่อมโลหะด้วยกระแสไฟฟ้าให้ได้
จากตามขนาด ดังรูป



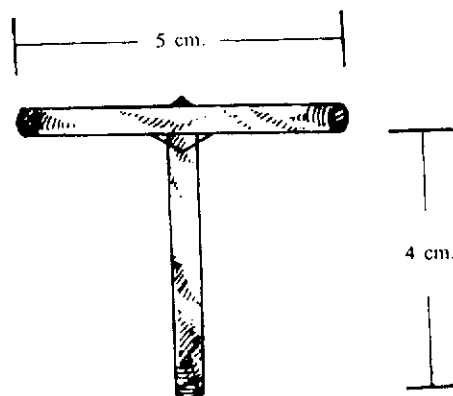
6.2 เป้าสลุที่สร้างเสร็จแล้วในข้อ 6.1 มาทำการเจาะรูขนาด 2 รู

จำนวน 2 รู แล้วยึดด้วยเบร็กขนาด 2 รู ยึดติดด้วยเครื่องเชื่อมโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า
ในด้านตรงข้ามกับด้านที่ยึดติดตามขนาด ดังรูป

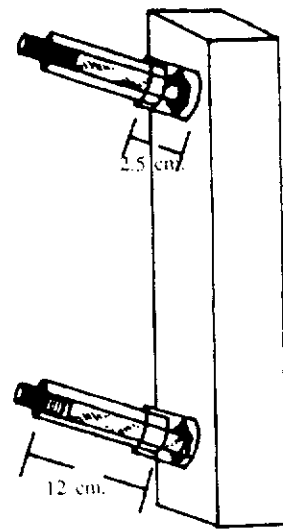


6.3 นำน็อตขนาด 2 ฟุต ยาว 1.5 นิ้ว จำนวน 2 ตัว กับแท่งเหล็กต้นขนาด

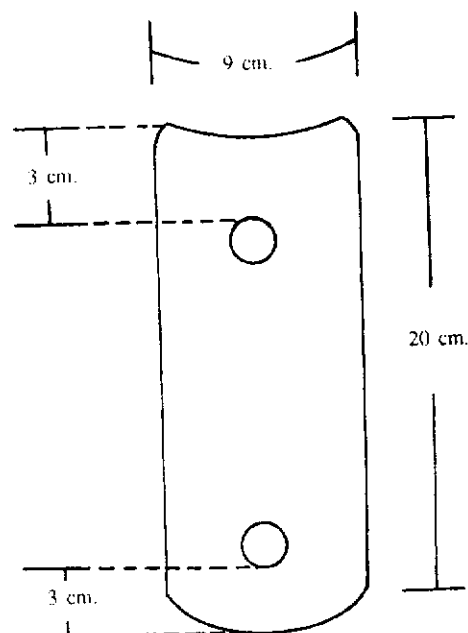
2 ฟุต ยาว 4 cm. จำนวน 2 แผ่น นำมาเชื่อมติดด้วยเครื่องเชื่อมโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า
ดังรูป



6.4 นำท่อ พี วี ซี ขนาด 4 นิ้ว ยาว 12.0 cm. เชื่อมติดกับข้อต่อตรง
พี วี ซี ขนาด 4 นิ้ว ยาว 2.5 cm. จำนวน 2 ชุด นำมาสามัคคีตในข้อ 6.2 แล้วยึด
ข้อต่อตรงกับท่อ พี วี ซี ด้วยกาวยึด พี วี ซี ดังรูป



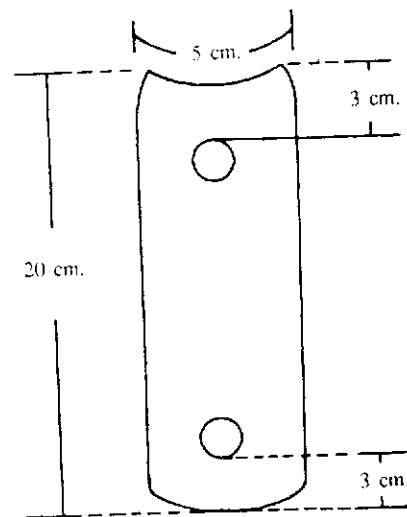
6.5 นำท่อ พี วี ซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.9 cm. มาเลื่อยให้ได้ตาม
ขนาดดังรูปแล้วเลื่อยให้มีโค้งมนเพื่อความสวยงาม



6.6 นำแผ่นทอ พี วี ซี จากข้อ 6.5 มาเลื่อยด้วยเลื่อยจิ๊กให้เป็นรูปร่างกลมมีขนาดเท่าทอ พี วี ซี ที่ ขนาด 4 หุน พอดี 4 หุน พอดี 2 ช่อง ดังรูป ในข้อ 6.5

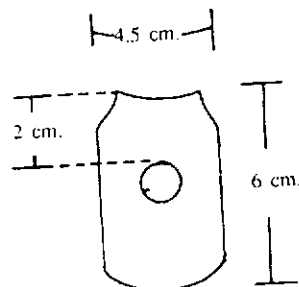
6.7 นำทอ พี วี ซี ที่เหลือในข้อ 5.5 มาเลื่อยให้มีขนาด 5 x 20 cm.

นำทอที่เลื่อยออกมาเลื่อยเป็นรูปร่างกลมมีขนาดเท่าทอ พี วี ซี ที่ ขนาด 4 หุน พอดีจำนวน 2 ช่อง ดังรูป แล้วเลื่อยให้มีโค้งมนเพื่อความสวยงาม

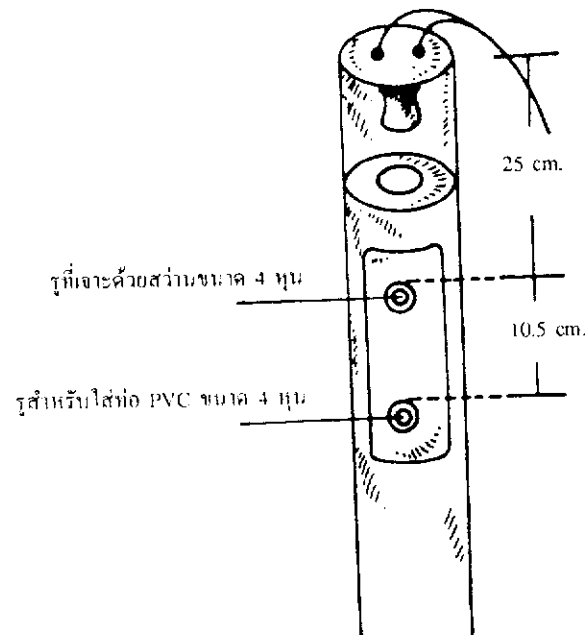


6.8 นำทอ พี วี ซี ที่เหลือจากข้อ 6.7 มาเลื่อยให้มีขนาด 4.5 x 6 cm.

จำนวน 2 อัน แล้วนำเลื่อยจิ๊กมาเลื่อยเป็นวงกลมมีขนาดเท่าทอ พี วี ซี ขนาด 4 หุน ดังรูป แล้วเลื่อยให้มีโค้งมนเพื่อความสวยงาม



6.9 นำส่วนล่างจากกล่องมาเจาะรูขนาด 1 นิ้ว ด้วยสว่าน จำนวน 2 รู ดังรูป



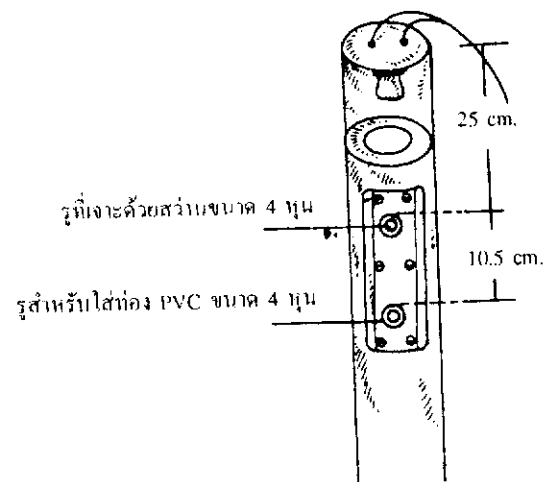
6.10 นำแผ่น พี วี ซี ที่ สร้างเสร็จแล้วในข้อ 6.5 มายึดด้วยกาวติด พี วี ซี

ดังรูปในข้อ 6.9

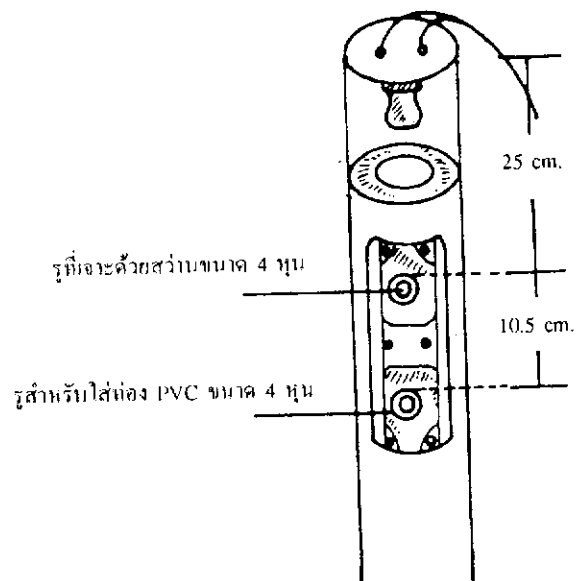
6.11 นำแผ่น พี วี ซี ที่ สร้างเสร็จแล้วในข้อ 6.7 มาวางทับลงไปบนแผ่น

พี วี ซี ตามข้อ 6.10 ยึดติดด้วยสกรูขนาด 3/4 นิ้ว จำนวน 6 ตัว โดยให้รูที่เจาะไว้ตรงกัน

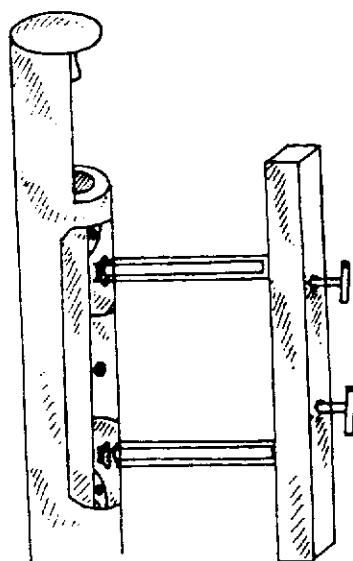
พอดี ดังรูป



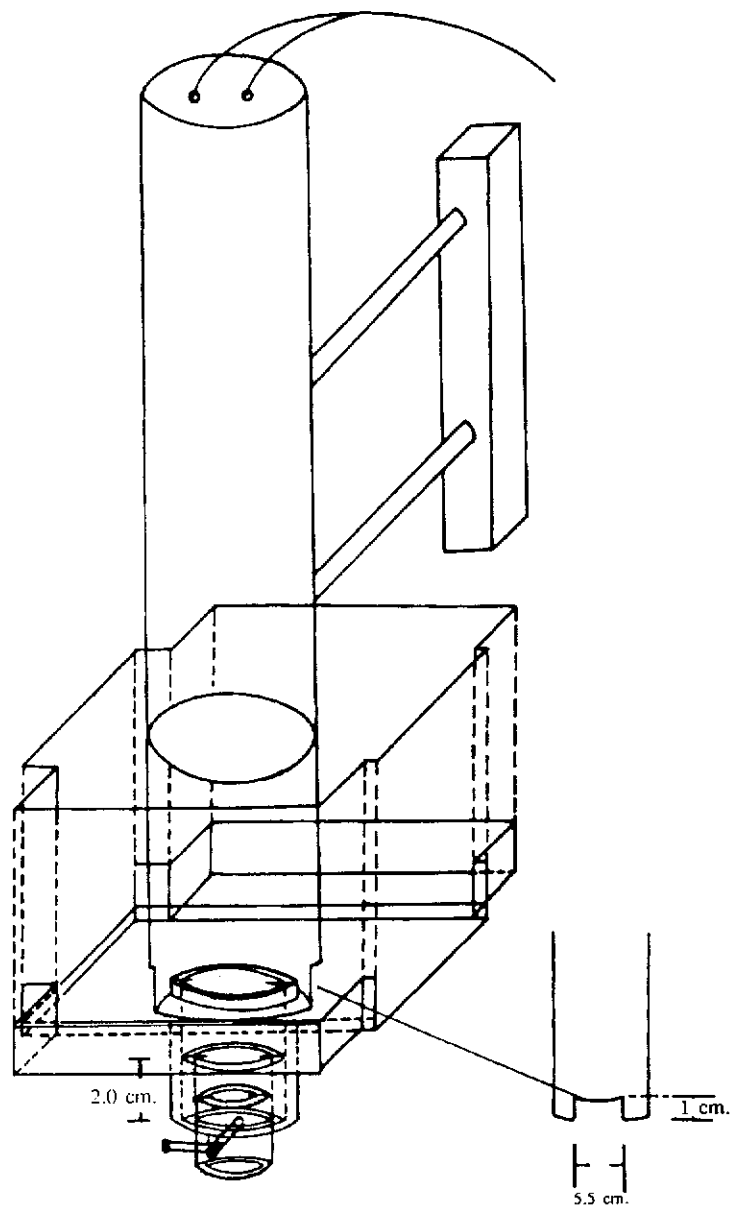
6.12 นำแผ่น พี วี ซี ที่สร้างเสร็จแล้วจากข้อ 6.2 วางทับโป๊พบนแผ่น
พี วี ซี ตามข้อ 6.11 อีกครั้งโดยให้รูเจาะ ใต้ตรงกับพอลิ ยึดติดด้วยกาวติด พี วี ซี ดังรูป



6.13 นำส่วนประกอบที่สร้างเสร็จแล้ว ในข้อ 6.4 มาประกอบกับส่วนของ
ตัวกลิ้ง ดังรูป แล้วใช้น็อตตัวเมีย ขนาด 4 มม กันให้แน่นทางด้านบน ดังรูป

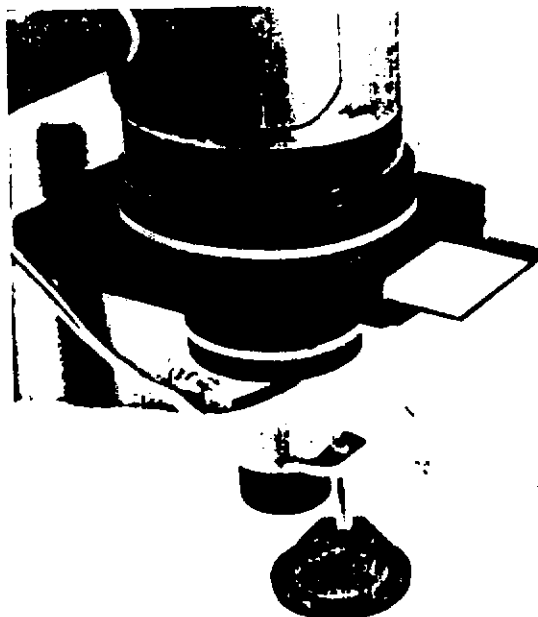


7. นำส่วนที่ ปั้นห้องบรรจุฟิล์ม แก๊สไฟ ส่วนของเลนส์ขยายและตัวปรับไฟกำลังของเลนส์ขยายมาประกอบกับตัวรูป ที่ผลิตด้วยการตัด พี ซี ที่ แต่ยังไม่นำฝาปิดของบรรจุฟิล์ม แก๊สไฟมาผลิต ตัวรูป

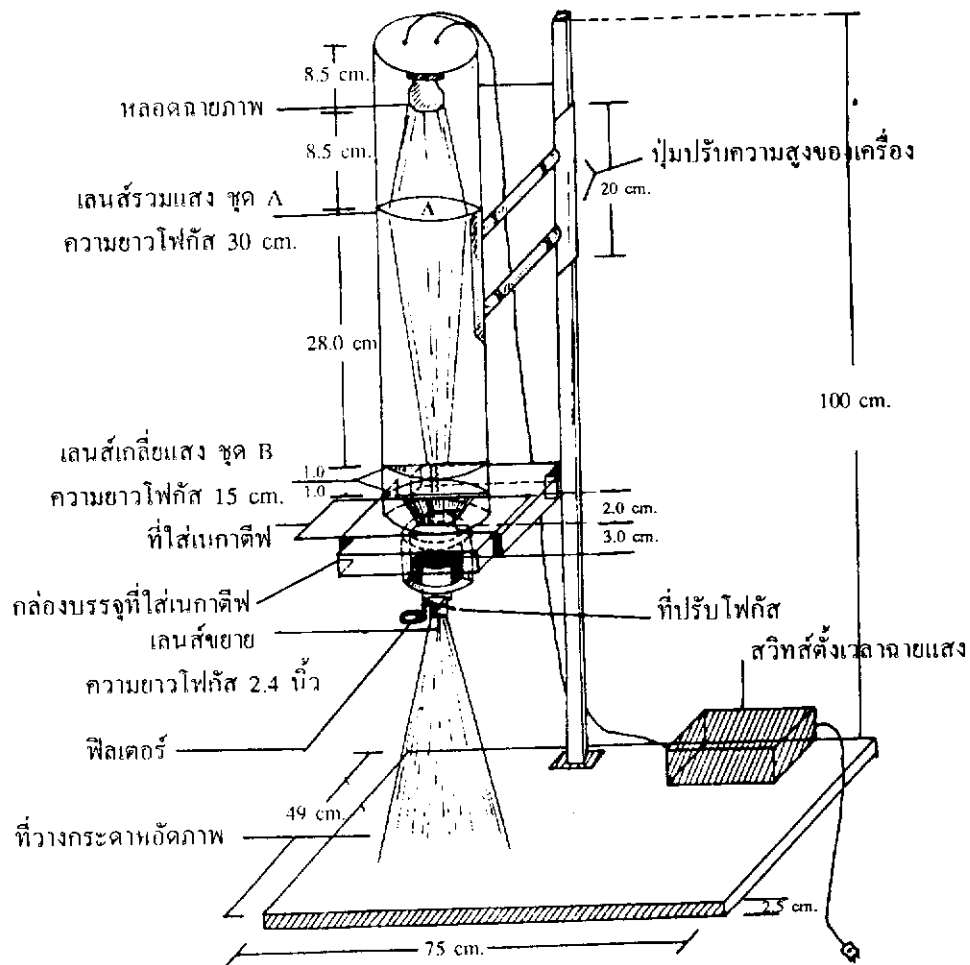


8. นำฟิลเตอร์ที่สร้างแล้วนำมาติดกับส่วนปรับความยาวโฟกัสด้วยกาวติด พี วี ที

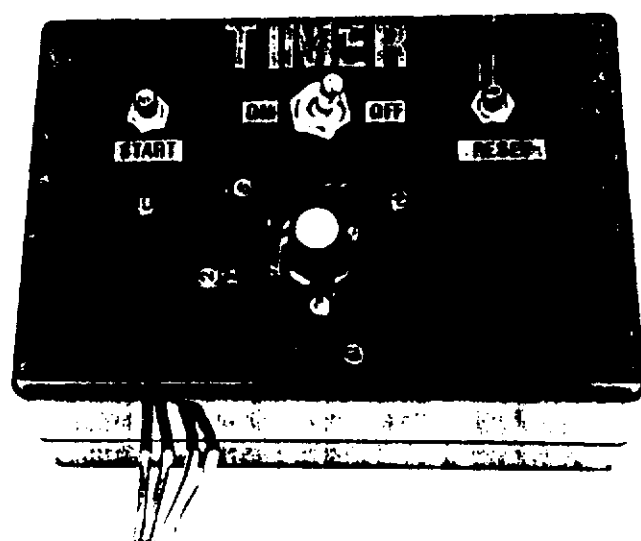
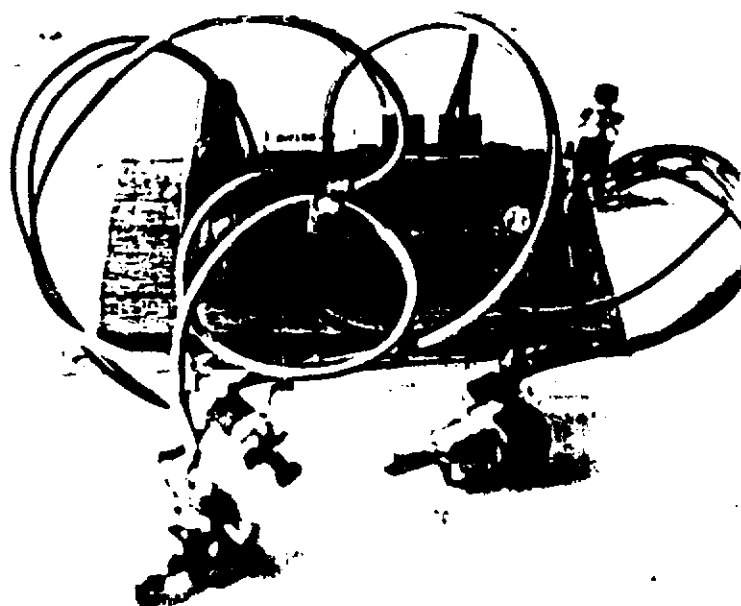
ดังรูป



9. นำส่วนประกอบที่ประกอบแล้วในข้อ 7 และ 8 มาประกอบกับตัวกล้องยึดติดด้วยกาวติด พี วี ที ก่อนนำส่วนประกอบต่าง ๆ มายึดติดกัน ต้องนำฝาครอบเลนส์ของบรรจุกรอบใส่ฟิล์มเนกาตีฟใส่ไว้ในส่วนลำตัวกล้องก่อน เมื่อนำกาวยึดติดส่วนต่าง ๆ ของลำตัวกล้องกับช่องใส่ฟิล์มเนกาตีฟ แล้วจึงนำฝาครอบช่องใส่ฟิล์มเนกาตีฟมายึดติดด้วยกาวติด พี วี ที เป็นอันดับสุดท้าย จะได้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำ ดังรูป



ภาพประกอบ 5 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องฉายขยายภาพ



ภาพประกอบ 6 ภาพแสดงส่วที่ - ตั้งเวลาการฉายแสงอัตโนมัติก่อนบรรจุกล่อง

10. สวิตช์ตั้งเวลาการฉายแสง (Timer)

วงจรตั้งเวลานี้สามารถตั้งเวลาเครื่องใช้ไฟ 220 V ได้นานตั้งแต่ 3 วินาที ถึง 15 วินาที ไตรแอกที่ใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทนกระแสได้สูงถึง 4 แอมป์ ซึ่งเพียงพอที่จะจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปขนาดไม่เกิน 800 วัตต์ได้

วงจรนี้ประกอบด้วยการทำงานหลายส่วน ทั้งหมดถูกออกแบบมาให้ลงในกล่องได้พอดีและมีการกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ไว้อย่างชัดเจน

วิธีประกอบ

ขั้นแรกให้ใส่อุปกรณ์ที่ตัวเตี้ย ๆ ลงไปก่อน แล้วจึงใส่ตัวที่สูงขึ้นตามมา ขณะประกอบให้ระมัดระวังการใส่ไตรแอกให้คว่ำใส่ให้ผิดขา ดูในวงจรว่าขาไหนต่อกับอะไร รวมทั้งตัวเก็บประจุขั้วใดเล็กหรือไล่ไล่ ไคโอด และซีเนอร์ไคโอดด้วย โดยที่คัลล์ที่ตัว ไคโอด จะเป็นเครื่องหมายบอกขาคาโทด (K) ตรงกับที่พิมพ์ไว้บนแผ่นวงจรพิมพ์

ส่วนหลอดนีออนและตัวเก็บประจุ 0.47 μ F สามารถต่อกลับขั้วอย่างไรก็ได้ ให้ใส่ฟิวส์ขนาด 2 แอมป์ ลงในที่ที่ยึดฟิวส์ก่อนที่จะบัดกรีที่ยึดฟิวส์กับแผ่นวงจรพิมพ์

รอยบากครึ่งวงกลมที่ด้านหนึ่งของ IC ทั้ง 2 ตัว (555 และ 358) เป็นตำแหน่งเดียวกับที่พิมพ์เป็นรูปครึ่งวงกลมไว้บนแผ่นวงจรพิมพ์ เพื่อให้สังเกตทิศทางการวาง IC ได้ชัดเจน

การทำงานของวงจร

วงจรนี้มีพื้นฐานการทำงานแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. ส่วนลดแรงดันไฟสูงลงมาเป็น 10 V. DC
2. ส่วนรีเซต IC 555
3. ส่วนของวงจรไตรแอกที่ถูกควบคุมโดย LM 358 และอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุม

การตั้งเวลา

หลักสำคัญของวงจรนี้ก็คือ การใช้ไตรแอกเป็นเหมือนสวิตช์เปิด/ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าการกระตุ้นให้ไตรแอกนำกระแสก็โดยการโอดกระแสกระตุ้นเข้าที่ขาเกต ซึ่งในวงจรนี้ ออปแอมป์จะเป็นตัวกระตุ้นด้วยแรงดันขนาดประมาณ 5 V ออกจากขา 1 ถ้าออปแอมป์หยุดกระตุ้น ไตรแอกก็จะหยุดทำงานด้วย

ในส่วนของวงจรตั้งเวลาประกอบด้วย P1, R9 และ C3 เพื่อกำหนดเวลาในการเปิดและปิดโดยส่งค่าเวลาให้กับลอปแอมป์ (LM 358) อีกที่ การเริ่มต้นทำงานของ 555 เป็นไปโดยอัตโนมัติ หลังจากไอพไฟให้กับวงจรและเริ่มใหม่อีกเมื่อออกปลั๊กหรือกดปุ่มรีเซ็ต

ต่อไปจะอธิบายการทำงานอย่างละเอียดในแต่ละส่วน

1. ในช่วงครึ่งคลื่นบวกแรกที่โถงมาจากไฟบ้าน จะถูกลดขนาดแรงดันให้เหลือ 10 V โดยซีเนอร์ไดโอด แต่ในช่วงครึ่งคลื่นช่วงลบซีเนอร์จะทำตัวเหมือนไดโอดธรรมดา ทำให้แรงดันทั้งหมด (เกือบ 220 V) ไปตกคร่อมที่ R1 และ C2

ผลที่ได้จากวงจรในส่วนนี้จะเป็นแรงดันรูปคลื่นสี่เหลี่ยมขนาด 10 V ที่มีความถี่ตรงกับไฟบ้าน D1 และ D2 จะจ่ายไฟในทิศทางเดียวให้กับ C2 และ C1 และเป็นการกรองไฟไปในตัวด้วย นอกจากนี้ D2 ยังทำหน้าที่แยกระดับแรงดันที่ C2 และ C4 ออกจากกันด้วย

2. IC 555 ในวงจรนี้ไม่ได้ถูกนำไปเพื่อใช้ตั้งเวลา แต่เราใช้เพื่อการรีเซ็ตวงจรเมื่อต่อไปเข้าวงจรครั้งแรกหรือกดปุ่มรีเซ็ต C6 จะถูกคายประจุ แรงดันที่ต่ำลงที่ขา 2 และ 6 ของ IC 555 จะทำให้เอาต์พุตขา 3 ของ 555 มีแรงดันสูง เอาต์พุตจากขา 3 นี้ก็จะทำให้ขา 2 ของ LM 358 เป็นสูงด้วย และเอาต์พุตขา 1 ของ LM 358 เป็นสูง ไตรแอกก็จะนำกระแส ดังนั้นเมื่อไอพไฟเข้าวงจรครั้งแรก ไทลด์ (เครื่องใช้ไฟฟ้า) ก็จะทำงานอยู่ช่วงหนึ่งประมาณ 1 วินาที แล้วก็จะดับลง เมื่อต่อไฟเข้าวงจร C6 จะเริ่มประจุ จนถึง 7 V ก็จะทำให้แรงดันที่ขา 3 ของ 555 เป็นต่ำ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 วินาที คำนี้นักประดิษฐ์ได้โดย R3 คู่ด้วย C6 ขณะนี้ขา 3 ซึ่งเป็นต่ำจะทำให้ขา 2 ของ LM 358 ต่ำด้วย ไตรแอกจึงทำงานขณะนี้วงจรถูกรีเซ็ตแล้วพร้อมที่จะเริ่มทำงานได้

หมายเหตุ ในช่วงต้นที่ไอพไฟเข้าวงจรเป็นเวลาเพียง 1 วินาทีที่ อาจทำให้ที่ C3 และ C4 มีแรงดันตกคร่อมสูงพอจะทำให้ IC ทั้ง 2 ตัว ทำงานได้ ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ทำงานชั่วคราวหนึ่ง แล้วดับไปเพราะถูกรีเซ็ตอาจแก้ปัญหานี้โดย ปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นไว้ก่อน หลังจากเสียบบลิ้ววงจรตั้งเวลาแล้วจึงค่อยเปิดสวิตช์

ไดโอด D3 ทำให้องค์กั้นการคายประจุของ C3 ขณะเป็นต่ำ R4 เป็นตัวจำกัดกระแสเพื่อป้องกันไม่ให้ 555 จ่ายกระแสเกิน ตัวต้านทาง R1 1K ใช้คายประจุจาก C6 เมื่อปิดสวิตช์

3. เมื่อกดปุ่มสตาร์ท (เริ่ม) C3 จะเริ่มคายประจุ ทา 2 ของ LM 358 จะมีแรงดันต่ำกว่าทา 3 ทำให้เอาต์พุตขา 1 เป็นสูง ไตรแอกจึงนำกระแสได้มีไฟจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า

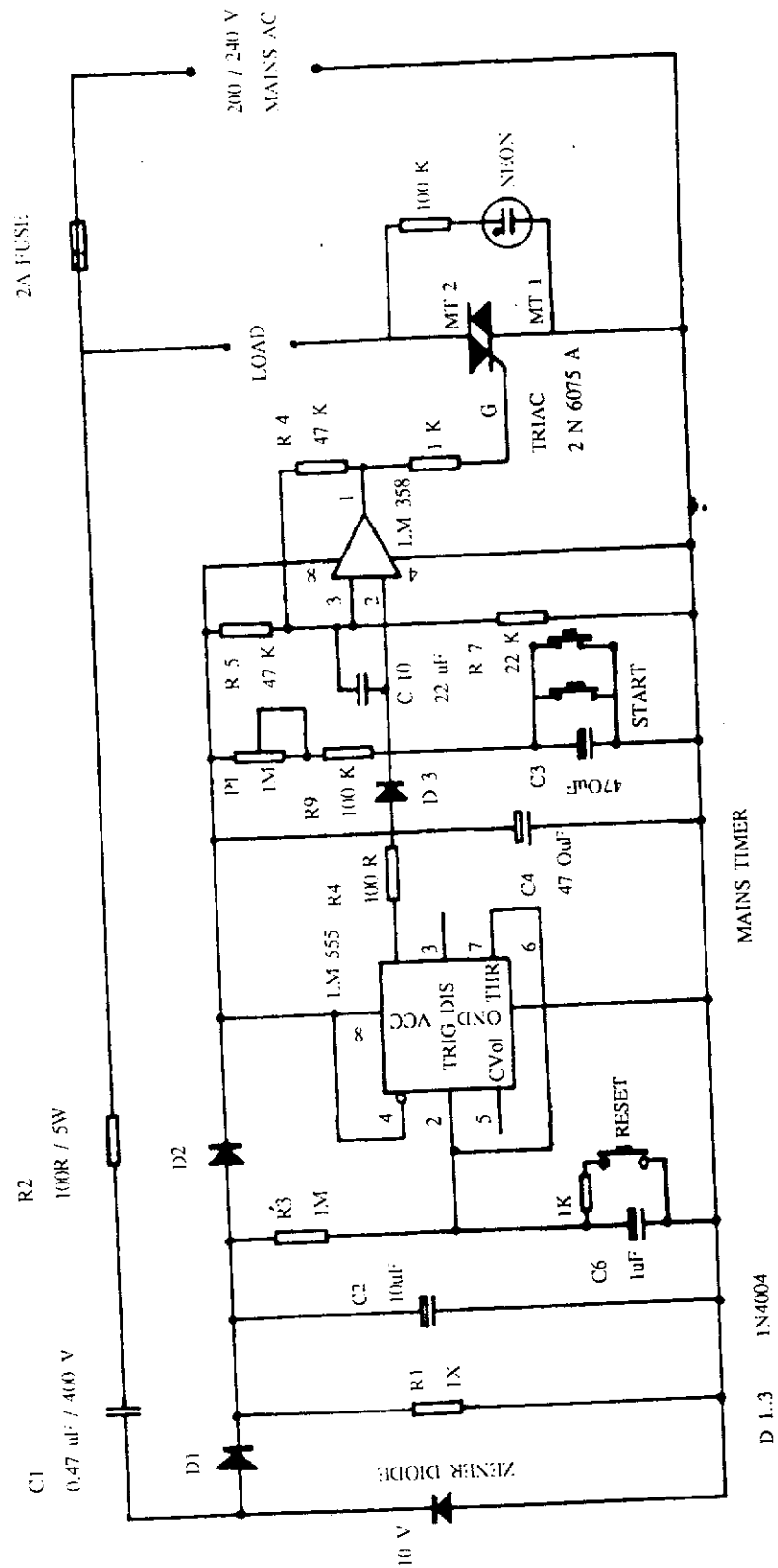
ไตรแอกจะนำกระแสอยู่จนกระทั่ง C2 คายประจุจนหมด เวลาทั้งหมดนั้นคำนวณได้จาก $C3 \times (R9 + P1) \times 0.639$ โดยการเปลี่ยนค่าอุปกรณ์เวลาที่ได้อีกจะเปลี่ยนไป โดยค่าที่ให้ในวงจรจะทำให้การหมุน P1 ไปสุดทั้ง 2 ด้าน จะได้ค่าเวลาจาก 1 นาที ถึง 5.5 นาที R4 ใช้ล็อกกันการทำงานผิดพลาดของเอาต์พุตขา 1 เป็นค่า R4 ก็จะต้องแรงดันเปรียบเทียบที่ทา 3 เป็นค่า ถ้า LM 358 เป็นสูง ทา 3 จะถูกดึงเป็นสูงด้วย ดังนั้นแรงดันที่ทา 2 จะต้องสูงกว่า แรงดันที่ทำให้ไตรแอกหยุดทำงานกระแส แรงดันนี้จะช่วยให้ LM 358 หยุดนำกระแสในทันทีที่มันหมุน หมุนจะหยุดเพื่อล็อกกันการคิด ๆ ดับ ๆ ของเครื่องใช้ไฟฟ้าในช่วงสุดท้ายของการตั้งเวลา

แต่ถ้าต้องการให้เกิดการกระพริบของหลอดดังกล่าว ก็สามารถทำได้ด้วยการลดค่า R4 หรือตัด C10 ทิ้งไป

คุณสมบัติอื่น ๆ ของ LM 358 ยังสามารถทำงานได้ดีในไฟเลี้ยงเดี่ยวได้โดยสามารถรับอินพุตได้ในย่านกว้าง โดยปกติแล้วออพแอมป์ทั่วไปจะมีแรงดันเอาต์พุตที่มีหัวเป็นไปตามความสัมพันธ์ของขานอนอินเวอร์ตอินพุต และขานอนอินเวอร์ตอินพุต

ตัวอย่างเช่น ถ้าไม่มีการโถกกลับไปยังขานอนอินเวอร์ตอินพุตที่มีค่าต่ำกว่าขานอนอินพุต-อินเวอร์ตอินพุต เอาต์พุตก็จะสวิตซ์ลงกราวด์ แต่ถ้ามีการโถกกลับไปยังอินพุตอินเวอร์ตอินพุต เอาต์พุตก็จะขึ้นไปตามที่กำหนด จนกระทั่งแรงดันอินพุตทั้ง 2 เท่ากัน แต่ก็ก็เป็นเพียงในอุดมคติเท่านั้น ในความเป็นจริงแล้วออพแอมป์จะมีความคลาดเคลื่อนนิดหน่อย ทำให้เราต้องชดเชยบ้างเล็กน้อย

ในวงจรนี้ ถ้ามีการโถกกลับไปยังขานอนอินเวอร์ตอินพุต ที่เอาต์พุตก็จะสวิตซ์ไปยังทิศทางที่ถูกไบแอสที่ขานอนอินเวอร์ตอินพุต ผลที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้เกิดความไม่แน่นอนที่เอาต์พุตขณะที่อินพุตมีแรงดันเท่ากัน เราเรียกเหตุการณ์อย่างนี้ว่า ฮิสเทอรีซิส เราสามารถลดผลอันนี้ได้ด้วยตัวต้านทาน R4 ค่า 47 K



D 1.3 1N4004

MAINS TIMER

START

2 N 6075 A

TRIAC

MT 1

MT 2

100 K

1 K

47 K

LOAD

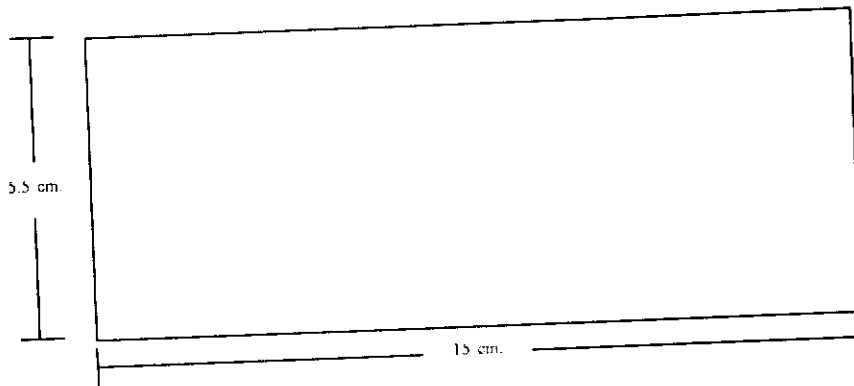
200 / 240 V

MAINS AC

2A FUSE

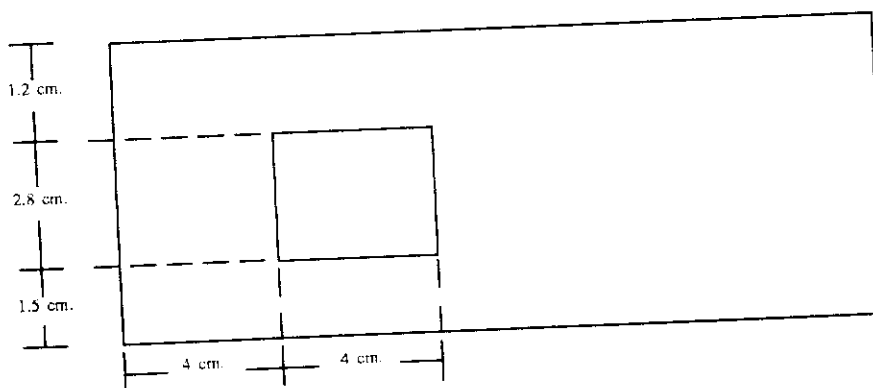
11. ทำไม้ฟลอร์เบกาตัส ให้ขั้นตอนการสร้างดังนี้

11.1 นำแผ่นฟลอร์ไม้วัดความหนา 0.05 มิลลิเมตร (แผ่นฟลอร์ไม้วัดที่ยังไม่ได้ตัดกับแผ่นไม้เนื้อ) มาเลื่อยด้วยเลื่อยจลให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 5.5 x 15 cm. จำนวน 2 แผ่น คือ แผ่นหมายเลข 1 จำนวน 1 แผ่น และแผ่นหมายเลข 2 จำนวน 1 แผ่น

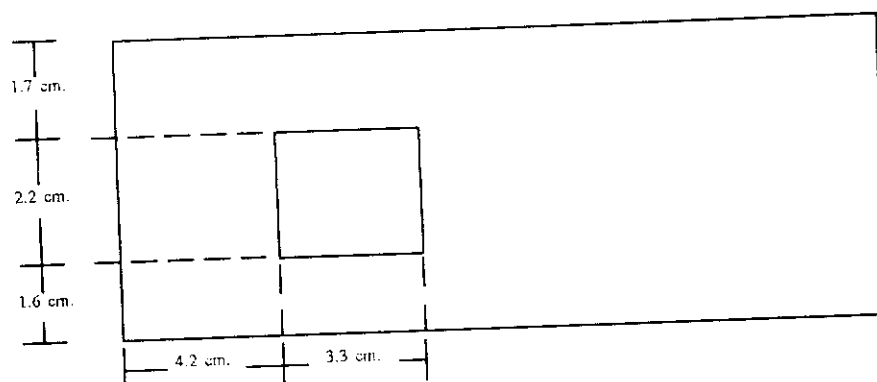


11.2 นำแผ่นฟลอร์ไม้วัดหมายเลข 1 จากข้อ 11.1 มาเลื่อยด้วยเลื่อยจลเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 2.8 x 4 cm. ดังรูป

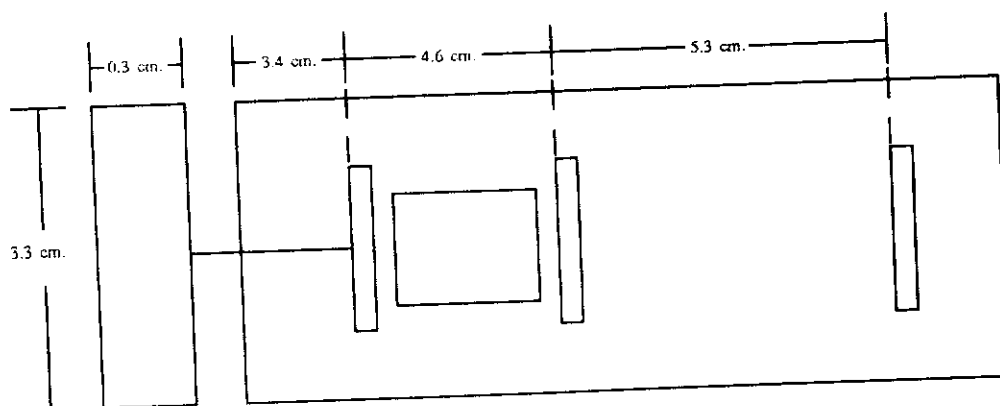
หมายเลข 1



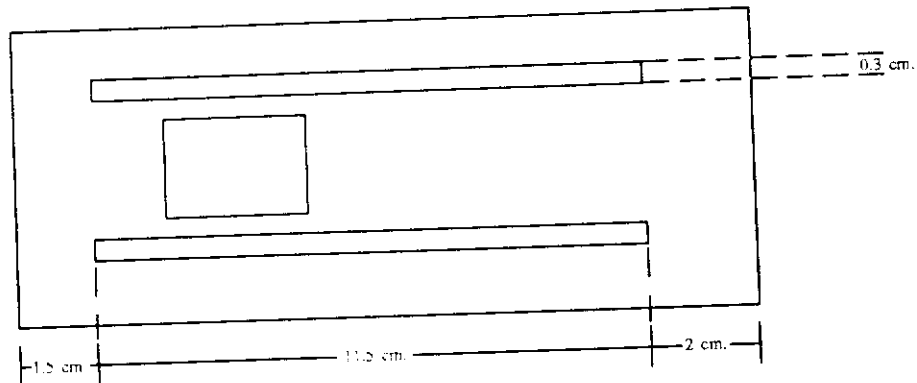
11.3 นำแผ่นฟอโมก้าหมายเลข 2 จากข้อ 11.1 มาเลื่อยด้วยเลื่อยจิ๊กเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2.2×3.3 cm. ดังรูป



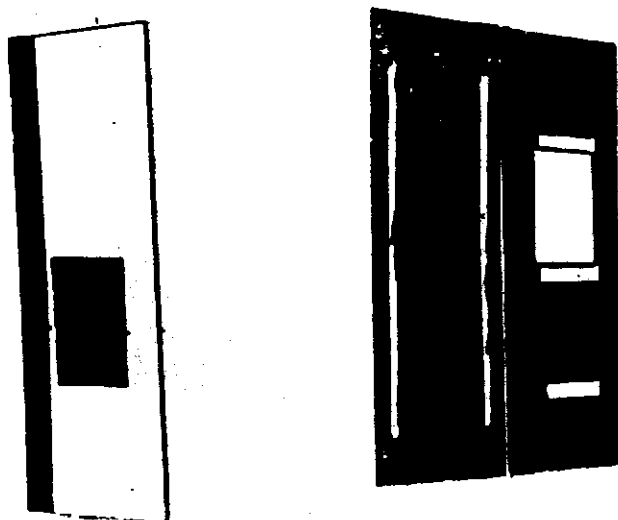
11.4 นำแผ่นฟอโมก้ามาตัดด้วยคัตเตอร์โดยกรีดเป็นรอยแล้วหักตามรอยกรีดขนาด 0.3×3.3 cm. จำนวน 3 ท่อน ขัดด้วยกระดาษทราย นำมาติดกับแผ่นฟอโมก้าหมายเลข 1 ทางด้านสีน้ำตาล ดังรูป เพื่อใช้คัพฟิล์มเนกาตีฟ



11.5 นำแผ่นฟลไมก้ามาตัดด้วยคัตเตอร์โดยกรีดให้เป็นรอยแล้วหักตาม
รอยกรีดขนาด 0.3×11.5 cm. จำนวน 2 แผ่น นำมายึดติดกับแผ่นฟลไมก้าหมายเลข 2
ทางด้านหน้าตาม ดังรูป เพื่อเป็นราง ใส่ฟิล์มเนกาตฟ



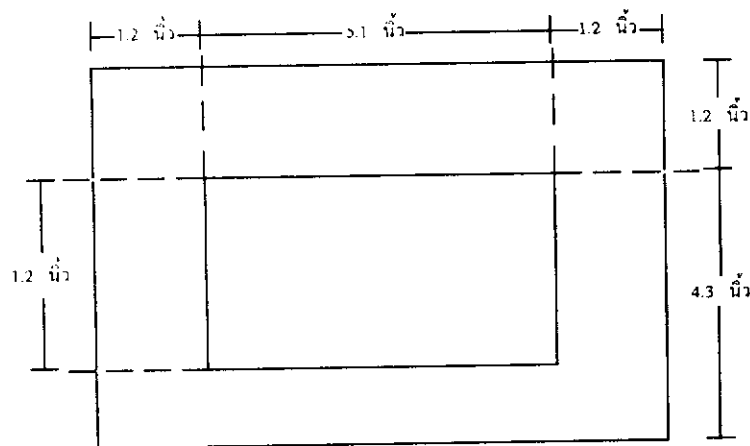
11.6 นำแผ่นฟลไมก้าหมายเลข 1 ซ้อนทับแผ่นหมายเลข 2 นำเทปติดสัน
หนังสือ (แลคซัน) ขนาด 1 นิ้ว ติดแผ่นฟลไมก้าด้านซ้ายวาดดังรูป ทาให้แผ่นฟลไมก้าทั้งสอง
แผ่นปิดเปิดคล้ายหนังสือเพื่อ ใส่ฟิล์มเนกาตฟต่อไป



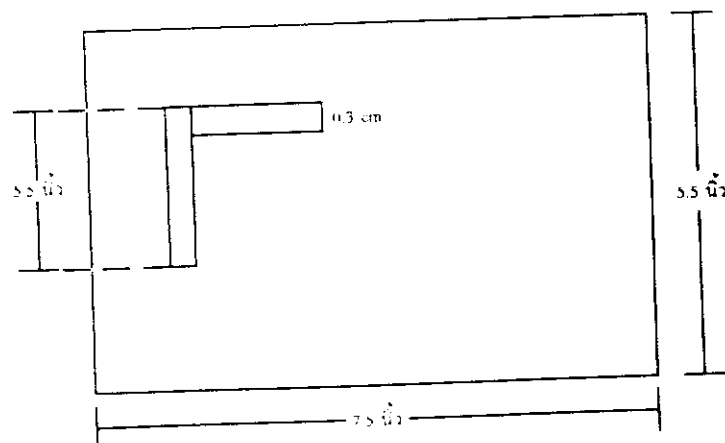
12. ที่ยึดกระดาษอัดภาพ (Frame) ที่ทำการสร้างขึ้นมี 2 ขนาดด้วยกัน คือขนาด 3.5 x 5.5 นิ้ว และขนาด 9.5 x 12 นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดที่นิยมใช้กันมากในงานอัดขยายภาพ

12.1 ที่ยึดกระดาษอัดภาพขนาด 3.5 x 5.5 นิ้ว ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

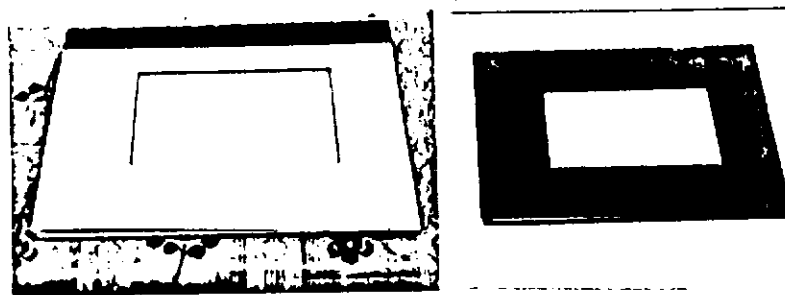
12.1.1 นำแผ่นโฟมก้ำความหนา 0.05 มิลลิเมตร (แผ่นโฟมก้ำที่ยังไม่ได้ติดก้ำแผ่นไม้ัด) มาตัดด้วยคัตเตอร์โดยกรีดให้เป็นรอยหลาย ๆ ครั้งแล้วหักตามรอยกรีดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 5.5 x 7.5 แล้วนำแผ่นโฟมก้ำที่ตัดแล้วมาทำการตัดเป็นกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าอีกครั้ง ขนาด 3.3 x 5.1 นิ้ว แล้วใช้กระดาษทรายเบอร์ 0 ขัดรอยตัดภายในให้เรียบ นำสีสเปรย์สีดำมาพ่นทับด้านสีขาวของแผ่นโฟมก้ำดังรูป



12.1.2 นำไม้ัดเคลือบขาวความหนา 4 มิลลิเมตร มาเลื่อยด้วยเลื่อยฉลุเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 5.5 x 7.5 นิ้ว จากนั้นนำแผ่นโฟมก้ำความหนา 0.05 มิลลิเมตร ตัดเป็นขอบกั้นกระดาษอัดภาพตามขนาดดังรูป

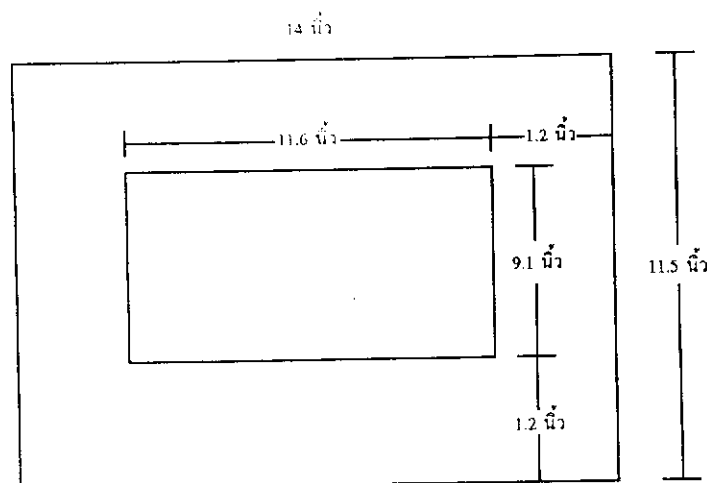


12.1.3 นำแผ่นฟอไมก้าที่ตัดเสร็จแล้วในข้อ 12.1.1 วางทับไม้ัดเคลือบขาว โดยให้ด้านที่พ่นสีด้านอยู่ด้านบน ส่วนไม้ัดเคลือบขาวให้วางด้านที่มีสีขาวอยู่ด้านล่างเท่านั้น นำเทปติดสันหนังสือ (แอดฮีซีฟ) ขนาด 1.5 นิ้ว ติดที่สันด้านบนของแผ่นฟอไมก้าและไม้ัดเคลือบขาว ดังรูป

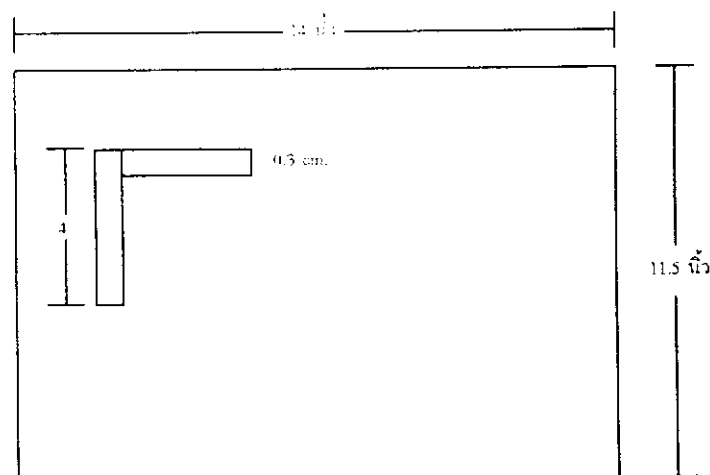


12.2 ที่ยึดกระดาษอัดภาพ (Easel) ขนาด 9.5 x 12 นิ้ว มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

12.2.1 นำแผ่นฟอไมก้า ความหนา 0.05 มิลลิเมตร มาตัดด้วยคัตเตอร์ โดยกรีดให้เป็นรอยหลายครั้งแล้วหักตามรอยขีด เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 11.5 x 14 นิ้ว แล้วนำแผ่นฟอไมก้าที่ตัดแล้วมาตัดเป็นกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 9.1 x 11.6 นิ้ว โดยใช้คัตเตอร์กรีดเหนือเส้นเดิมแล้วใช้กระดาษทรายเบอร์ 0 ขัดรอยตัดภาพในให้เรียบร้อยนําสีสเปรย์สีดำพ่นแผ่นฟอไมก้าด้านสีขาว ดังรูป



12.2.2 งานไม้ัดเคลือบขาว ความหนา 4 มิลลิเมตร มาล้อยด้วย
เจียรจนดูให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 11.5×14 นิ้ว จากนั้นนำแผ่นฟอไม้ก้ำความหนา
0.05 มิลลิเมตร มาตัดเป็นเหลี่ยมกันกระ-ตาพุดภาพ ตามขนาดดังรูป



12.2.3 นำแผ่นฟอไม้ก้ำที่สร้างเสร็จแล้วในข้อ 12.2.1 วางทับ
แผ่นไม้ัดเคลือบขาว โดยให้ด้านที่พื้นสีด้ายอยู่ด้านบน ส่วนไม้ัดเคลือบขาวให้วางด้านสีสีขาวอยู่
ด้านบนเช่นกัน นำเทปติดส้นหนังสือ (แอลซีเอ็น) ขนาด 2 นิ้ว ติดที่สันด้านบนของแผ่นฟอไม้ก้ำ
และไม้ัดเคลือบขาว ดังรูป



ตารางสรุปการนำวัสดุทดแทนมาใช้ในเครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น

วัสดุทดแทนที่นำมาใช้ในเครื่อง อัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น	วัสดุที่ใช้ในเครื่องอัดขยายภาพขาวดำ มาตรฐาน Fujimoto G - 70
1. ลำตัวเครื่องอัดขยายภาพ ประกอบ ด้วยท่อ พี วี ซี ขนาด 3.5 นิ้ว	1. ลำตัวเครื่องอัดขยายภาพ ประกอบด้วย อลูมิเนียมหล่อเป็นรูสี่เหลี่ยม ขนาด 15 x 18 cm.
2. หล่อกำเนิดแสงให้หลอด Phillips superlux ขนาด 220 V 25 W ไม่ต้องให้หม้อแปลง	2. หล่อกำเนิดแสงให้หลอดแบบทังสเตน ขนาด 12 V 100 W ต้องให้ร่วมกับ หม้อแปลงขนาด 12 V 5 A
3. การรวมแสงใช้เลนส์นูน 2 หน้า ขนาด 2 นิ้ว ความยาวโฟกัส 30 cm. ทำการรวมแสง	3. การรวมแสงใช้กระจกเงาทำการรวม แสง
4. เลนส์ขยายขนาดความยาวโฟกัส 2.4 นิ้ว กำลังขยายต่ำสุด 2.2 เท่า กำลังขยายสูงสุด 21.25 เท่า	4. เลนส์ขยายขนาดความยาวโฟกัส 2 นิ้ว กำลังขยายต่ำสุด 19 เท่า กำลังขยาย สูงสุด 209 เท่า
5. แท่นวางกระดาษอัดภาพ ใช้ไม้อัด 4 มิลลิเมตร ติดแผ่นฟอโมก้าชนิด ผิวด้าน	5. แท่นวางกระดาษอัดภาพใช้แผ่นไฟ- เบอร์กลาส
6. ฟิลเตอร์สีแดง กรอบฟิลเตอร์ใช้ท่อ พี วี ซี แผ่นฟิลเตอร์ใช้แผ่นสไตติท ด้วยสติ๊กเกอร์สีแดง 2 ชั้น	6. ฟิลเตอร์สีแดง กรอบฟิลเตอร์ใช้กรอบ โลหะ แผ่นฟิลเตอร์ใช้แผ่นฟิลเตอร์ สีแดง
7. ขาตั้งเครื่องอัดขยายภาพ ใช้เหล็ก โปร่งขนาด 1x1 นิ้ว ยาว 100 cm.	7. ขาตั้งเครื่องอัดขยายภาพใช้ไฟเบอร์- กลาสยาว 100 cm.

วัสดุทดแทนที่นำมาใช้ใบเครื่องอัด ขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น	วัสดุที่ใช้ในเครื่องอัดขยายภาพขาวดำ มาตรฐาน Fujimoto G - 70
8. ที่ใส่เนกาตีฟ กรอบที่ใส่เนกาตีฟ ทำแผ่นพลาสติก ความหนา 0.05 มิลลิเมตร 9. ที่ยึดกระดาษอัดภาพ ประกอบด้วย แผ่นพลาสติกความหนา 0.05 มิลลิเมตร เป็นที่ทับกระดาษ ส่วน ฐานรองกระดาษใช้ไม้อัดเคลือบขาว ชนิดผิวด้านความหนา 4 มิลลิเมตร 10. สวิตซ์ตั้งเวลาการฉายแสง คัดแปลง จากสวิตซ์ตั้งเวลาอัตโนมัติที่ใช้ ภายในบ้านขนาด 0-2 ชั่วโมง ให้ สามารถตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 3 - 15 วินาที โดยไม่ปรับตั้งเวลาเพียง 1 ปุ่ม พร้อม Reset ลงคำสั่ง	8. ที่ใส่เนกาตีฟ กรอบที่ใส่เนกาตีฟให้ กรอบโลหะทาทันที่ยึดแผ่นกระจกใส รองฟิล์ม 9. ที่ยึดกระดาษอัดภาพ ประกอบด้วย โลหะแผ่นเป็นที่ทับกระดาษ ส่วนฐาน รองกระดาษใช้แผ่นไฟเบอร์กลาส ความหนา 1.5 cm. 10. สวิตซ์ตั้งเวลาการฉายแสง ตั้งเวลา การฉายแสงได้ 0-60 วินาที โดยปุ่ม ปรับตั้งเวลา 2 ปุ่ม ไม่มี Reset สำหรับลบคำสั่ง

ตารางแสดงรายละเอียดของวัสดุที่นำมาจัดสร้าง

รายการวัสดุ	จำนวน	ราคา (บาท)	สถานที่จัดซื้อ
1. ท่อพีวีซีขนาด ϕ 8.9 cm. (3.5 นิ้ว)	80 cm.	60	ร้านขายวัสดุก่อสร้าง
2. ท่อพีวีซีขนาด ϕ 6 cm.	10 cm.	10	"
3. ท่อพีวีซีขนาด ϕ 5 cm.	10 cm.	10	"
4. ท่อพีวีซีขนาด ϕ 4 cm.	10 cm.	5	"
5. ท่อพีวีซีขนาด ϕ 3.3 cm.	30 cm.	12	"
6. ข้อต่อตรงขนาด 4 นิ้ว	2 ตัว	10	"
7. ไม้อัดเคลือบขาวหนา 4 มิลลิเมตร ขนาด 80 x 50 cm.	1 แผ่น	100	"
8. ขอบอลูมิเนียมจากขนาด 1" x 1"	1 เส้น	120	"
9. แผ่นอลูมิเนียมหนา 0.5 มิลลิเมตร ขนาด 30 x 40 cm.	1 แผ่น	20	"
10. ไม้ระแนงขนาด 2.5 x 2.5 cm. (1"x1")	4 เมตร	120	ร้านค้าไม้
11. ตะปูขนาด 1 นิ้ว	0.3 กก.	8	"
12. เหล็กโปร่งขนาด 1"x1"	100.5 cm.	35	ร้านขายเหล็ก
13. เหล็กโปร่งขนาด 1.2"x1.2"	20 cm.	15	"
14. เหล็กแผ่นหนา 0.3 cm. ขนาด 10 x 27 cm.	1 แผ่น	45	"

รายการวัสดุ	จำนวน	ราคา (บาท)	สถานที่จัดซื้อ
15. นีลตขนาด 3 ฟุต ยาว 5.5 นิ้ว	2 ตัว	12	ร้านขายเหล็ก
16. นีลตขนาด 2 ฟุต ยาว 1.5 นิ้ว	2 ตัว	4	"
17. สกรูลูมิเนียมขนาด 1.5 cm.	30 ตัว	15	"
18. หลอดไฟ Phillips superlux ขนาด 25 W	1 หลอด	20	ร้านเครื่องไฟฟ้า
19. สายไฟอ่อนชนิดคู่ขนาด 220 - 250 V 5 A	3 เมตร	30	"
20. ขั้วหลอดหุ้มกระเบื้องเคลือบ ชนิดเกลียว	1 อัน	15	"
21. ปลั๊กตัวเมียขนาด 220 - 250 V 5 A	1 อัน	10	"
22. อุปกรณ์ตามรายการวงจร สวิตซ์ตั้งเวลาอัตโนมัติพร้อม กล่องพลาสติก	1 ชุด	180	ร้านขายอะไหล่วิทยุ (บ้านหม้อ)
23. เลนส์นูน 2 หน้า ขนาด ϕ 2 นิ้ว ความยาวโฟกัส 30 cm.	1 อัน	80	ศึกษาศาสตร์พานิช
24. เลนส์นูนหน้าเดียวขนาด ϕ 2.5 นิ้ว ความยาวโฟกัส 5 cm.	2 อัน	160	"
25. สกรูหัวตัดขนาด ϕ 0.3 มิลลิเมตร ยาว 4 cm.	1 ตัว	3	"

รายการวัสดุ	จำนวน	ราคา (บาท)	สถานที่จัดซื้อ
26. เวนซ์ยาหยขนาด ๑ 2 ซม. ความยาวไฟกส 2.4 นิ้ว	1 อัน	300	ร้านวัดสายคา ประกอบแวนโดยจ้าง ร้านทำการฝนเลนส์
27. ถาดพลาสติกขนาด 30 x 50 ซม.	1 ใบ	40	ร้านขายภาชนะ พลาสติก
28. กาวตราข้าง	3 หลอด	75	ร้านขายวัสดุก่อสร้าง
29. กาวติดฟิวส์ ขนาด 0.354 ลิตร	1 กระป๋อง	60	"
30. ค่าแรงเชื่อมโลหะด้วย กระแสไฟฟ้าทำขาตั้ง	1 จุด	50	"
31. สีสเปรย์รองพื้นจับพลาสติก	2 กระป๋อง	80	ร้านขายสี
32. สีสเปรย์สีบรอนซ์	1 กระป๋อง	40	"
33. สีสเปรย์สีดำ	2 กระป๋อง	80	"
34. สติกเกอร์สีแดงปิดไฟหน้า รถมอเตอร์ไซด์	1 แผ่น	10	ร้านขายสติกเกอร์
35. สติกเกอร์ตัวอักษร ภาษาไทย	1 แผ่น	15	"
36. สติกเกอร์ตัวอักษร ภาษาอังกฤษ	1 แผ่น	15	"
รวมทั้งหมด		1,864 บาท	

ประวัติย่อของผู้นับถวายเป็น

ชื่อ นายสินอง ห่อสกุล ทองปาน

เกิดวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2502

สถานที่เกิด 39 หมู่ 14 ต.บางม่วง อ.บางใหญ่ จ.นนทบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 39 หมู่ 14 ต.บางม่วง อ.บางใหญ่ จ.นนทบุรี

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนไทรน้อย อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2522 ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (ป.กศ.สูง) วิทยาลัยครูธนบุรี
กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2524 การศึกษานิเทศ (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน
กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2537 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร กรุงเทพฯ

การศึกษายกการ ให้เครื่องกลย่ายภาพวาดำพัฒนาขึ้น ในการสอน
อัตรยภาพสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

บทคัดย่อ

เอง

สนอง ทองปาน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2537

การวิจัยครั้งนี้ เป็นส่วนสืบ เนื่องจากการพัฒนาเครื่องอัดขยายภาพขาวดำ ที่มีราคาถูก ที่ผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ทดแทนเครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสามารถในการอัดขยาย ภาพขาว-ดำ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยผู้ใช้เครื่องอัดขยายภาพที่พัฒนาขึ้นกับที่ได้รับ การสอนโดยผู้ใช้เครื่องอัดขยายภาพมาตรฐาน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 โรงเรียนไทรน้อย อำเภ ไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี จำนวน 48 คนแยกเป็นกลุ่มควบคุม 24 คน และกลุ่มทดลอง 24 คน ทำการทดลองสอนกลุ่มละ 8 สัปดาห์ รวม 16 คาบ โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบค่า t (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการอัดขยาย ภาพขาว-ดำ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยผู้ใช้เครื่องอัดขยายภาพที่พัฒนาขึ้น กับที่ได้รับ การสอนโดยผู้ใช้เครื่องอัดขยายภาพมาตรฐาน ไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงว่าสามารถนำเครื่องอัด ขยายภาพที่พัฒนาขึ้นซึ่งมีราคาถูก ไปใช้สอนทดแทนเครื่องอัดขยายภาพมาตรฐานที่มีราคาแพงกว่า มากได้

ผู้วิจัย เสนอแนะให้มีการพัฒนาเครื่องอัดขยายภาพราคาถูกขึ้นใช้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น อันจะเป็นหนทางหนึ่ง ในการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์ในวิชาที่เกี่ยวข้องให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

A STUDY OF TEACHING THE BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH ENLARGEMENT
FOR LOWER-SECONDARY SCHOOL STUDENTS UTILIZING THE IMPROVIZED
PHOTOGRAPH ENLARGEMENT APPARATUS

AN ABSTRACT

BY

SANONG THONGPAN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the Master
of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

May 1994

The purpose of this experimental study, a proceeding case of a preliminary success on developing a low-cost black and white photography enlarger, was to compare achievement and practical ability regarding photography enlargements. Attained by secondary school students enrolled in an extra-curricular activity on photography.

The sample comprised 48 M.S.I,II, and III students of Sainoi Secondary school in Nondhaburi province. The students was randomly assigned, 24 each, to an experimental group and a control group. Following the Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design, an eight-week or sixteen 50-minute periods experimental teaching was applied to each sample group. The t-test was finally utilized for data analysis.

The results of the study revealed no significant difference on both achievement and practical ability regarding photography enlargement which implies that this low-cost developing apparatus can be appropriately substitute a more expensive standard one.

Strengthening teacher's effort on utilizing and developing of low-cost type apparatus in classroom science teaching was recommended, to bring about more effective science instruction.