

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
โครงการออกแบบชุดของที่ระลึกเครื่องเคลือบดินเผา เพื่อส่งเสริมการ
ท่องเที่ยวพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์
CERAMIC SOUVENIOR SET FOR NATIONAL SCIENCE MUSEUM.



เลขที่.....
เลขที่..... 34593
วัน, เดือน, ปี..... 16 พ.ย. 2542

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

คำนำ

กิตติกรรมประกาศ

อนุโมติผล

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นไปได้ของโครงการ

ขอบเขตของโครงการ

ปัญหาและแนวทางการเสนอแนะ

แนวทางการออกแบบ

แนวทางการศึกษาวิจัย

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 การค้นคว้า วิเคราะห์และสรุปผล

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

2.1.2 วัตถุประสงค์หลักของพิพิธภัณฑ์ ฯ

2.1.3 มังรวมของอาคารหลัก

2.1.4 มังแสดงลักษณะการเข้าชมพิพิธภัณฑ์ ฯ

2.1.5 ลักษณะบรรยากาศภายในและภายนอกพิพิธภัณฑ์ ฯ

2.1.6 สัญลักษณ์ของพิพิธภัณฑ์ ฯ

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก

2.2.1 ความหมายของของที่ระลึก

2.2.2 การจัดแบ่งประเภทของของที่ระลึก

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ ฯ

2.3.1 ข้อมูลด้านสถิติผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ ฯ

2.3.2 พฤติกรรมผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ ฯ

1
2
3
4
8
9
10

18
18
19
20
26
30
31
33
36
38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์

2.4.1 ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกภายในร้านจำหน่ายของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ทั่วไป

- ตัวอย่างของที่ระลึกจากพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ภายในประเทศ 46
- ตัวอย่างของที่ระลึกจากพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ของต่างประเทศ 49
- วิเคราะห์และสรุปรูปแบบของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 51

2.4.2 ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์ที่จะทำการออกแบบ

-เชิงเทียน

- 1 รูปแบบของเชิงเทียนที่ผลิตจากวัสดุอื่น 56
- 2 รูปแบบของเชิงเทียนเครื่องเคลือบดินเผา 61
- 3 ความสัมพันธ์ด้านการใช้งานของเชิงเทียน 62

-ถาดใส่ของ

- 1 รูปแบบของถาดที่ผลิตจากวัสดุอื่น 64
- 2 รูปแบบของถาดเครื่องเคลือบดินเผา 66
- 3 ความสัมพันธ์ด้านการใช้งานของถาดใส่ของ 67

-ที่ทับกระดาษ

- 1 รูปแบบของที่ทับกระดาษที่ผลิตจากวัสดุอื่น 68
- 2 รูปแบบของที่ทับกระดาษเครื่องเคลือบดินเผา 68
- 3 ความสัมพันธ์ด้านการใช้งานของที่ทับกระดาษ 69

-จานรองแก้ว

- 1 รูปแบบของจานรองแก้วที่ผลิตจากวัสดุอื่น 70
- 2 รูปแบบของจานรองแก้วเครื่องเคลือบดินเผา 71
- 3 ความสัมพันธ์ด้านการใช้งานของจานรองแก้ว 72

-ที่กั้นหนังสือ

- 1 รูปแบบของที่กั้นหนังสือที่ผลิตจากวัสดุอื่น 73
- 2 รูปแบบของที่กั้นหนังสือเครื่องเคลือบดินเผา 74
- 3 ความสัมพันธ์ด้านการใช้งานของที่กั้นหนังสือ 74

-ที่ใส่เครื่องเขียน

- 1 รูปแบบของที่ใส่เครื่องเขียนที่ผลิตจากวัสดุอื่น 75
- 2 รูปแบบของที่ใส่เครื่องเขียนเครื่องเคลือบดินเผา 77

3 ความสัมพันธ์ด้านการใช้งานของที่ใส่เครื่องเขียน	78
2.4.3 วิเคราะห์และสรุปรูปแบบการใช้งานของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท	79
2.4.4 วิเคราะห์และสรุปขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท	83
2.5 ข้อมูลเรื่องหลักพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ	
-แสง	85
-สสาร	91
-ประวัติศาสตร์นาฬิกา	97
-อวกาศ	98
-แรงและการเคลื่อนที่	101
-วิวัฒนาการ	106
2.6 ข้อมูลด้านลวดลาย	
2.6.1 ประเภทของลวดลาย	115
2.6.2 หลักในการออกแบบลวดลาย	115
2.6.3 การจัดวางลวดลายบนผลิตภัณฑ์	117
2.6.4 วิเคราะห์และสรุปแนวทางการเลือกใช้ลวดลาย	121
2.7 ข้อมูลด้านสี	
2.7.1 การแบ่งประเภทของสี	122
2.7.2 จิตวิทยาในการใช้สี	123
2.7.3 สีกับการใช้งาน	124
2.7.4 สีกับชีวิตประจำวัน	125
2.7.5 เทคนิคการใช้สี	126
2.7.6 วิเคราะห์และสรุปแนวทางการเลือกใช้สี	128
2.8 ข้อมูลด้านการใช้งานผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับกายวิภาค	
- ขนาดสัดส่วนของมือที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ	129
2.9 ข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต	
2.9.1 ข้อมูลประเภทเนื้อดินปั้น (BODY)	
-ประเภทเนื้อดินปั้น	133
-วิเคราะห์และสรุปเนื้อดินที่จะนำมาใช้	144
2.9.2 ข้อมูลด้านกรรมวิธีการตกแต่ง	
-การตกแต่งเครื่องเคลือบดินเผา	145
-วิเคราะห์และสรุปกรรมวิธีการตกแต่งเครื่องเคลือบดินเผา	166

2.9.3 ข้อมูลด้านการผลิต

-กรรมวิธีการผลิตงานเครื่องเคลือบดินเผา	167
-วิเคราะห์และสรุปกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานแต่ละประเภท	177

บทที่ 3 การพัฒนาการออกแบบ

3.1 การออกแบบในขั้นตอนแบบร่าง	179
3.2 ผลงานในขั้นตอนแบบร่าง	190

บทที่ 4 ผลงานขั้นสุดท้าย

4.1 แผ่นเสนองาน	191
4.2 แบบแสดงรายละเอียด	201

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุปผลการออกแบบ	206
5.2 ข้อเสนอแนะของนักศึกษา	207

บรรณานุกรม

ประวัติการศึกษา



หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบชุดของที่ระลึก เครื่องเคลือบดินเผาเพื่อส่งเสริมการ
ท่องเที่ยวพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

CERAMIC SOUVENIOR SET FOR NATIONAL SCIENCE
MUSEUM.

ภาควิชา ศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นักศึกษา นายเสนีย์ สิทธิสุพร รหัสนักศึกษา 37025338

ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

หน้าที่หลักของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ คือเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาบุคลากรและสร้าง
สังคมไทยให้เป็นสังคมที่มีความเข้าใจในหลักของเหตุผล ส่วนหนึ่งคือการจัดแสดงกิจกรรม หรือ
นิทรรศการที่สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม รวมทั้งระบบนิเวศ
เพื่อให้เกิดความรู้และความเพลิดเพลิน

ปัญหาและแนวทางการเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์	แนวทางการเสนอแนะ
1 เจึงเทียน	-นำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องของ แสง ได้แก่ คุณสมบัติของแสง
2 ถาดใส่ของขนาดเล็ก	-นำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องของ สสาร ได้แก่ องค์ประกอบของสสาร อะตอม โมเลกุล
3 จานรองแก้ว	-นำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องของ อวกาศ ได้แก่ หมู่ดาวต่าง ๆ
4 ที่ทับกระดาษ	-นำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องของ เวลา ได้แก่ ลักษณะการบอกเวลา
5 ที่กั้นหนังสือขนาดพกพา (pocket book)	-นำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องของ แรงแล การเคลื่อนที่ ได้แก่ แรงดึงดูด แรงโน้มถ่วง น้ำหนักและมวล
6 ที่ใส่เครื่องเขียน (ปากกา, ดินสอ)	-นำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องของ วิวัฒนาการ ได้แก่ สัตว์ดึกดำบรรพ์ พันธุกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการศึกษาวิจัย

- 1 ศึกษาข้อมูลของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
 - 1.1 การดำเนินงานและนโยบายของพิพิธภัณฑ์ ฯ
 - 1.2 รูปแบบและสัญลักษณ์ของพิพิธภัณฑ์ ฯ
 - 1.3 ประวัติความเป็นมาในการจัดตั้ง
 - 1.4 ข้อมูลการจัดแสดงนิทรรศการ ในส่วนของเนื้อหาและแนวทางการสื่อลงบนตัวผลิตภัณฑ์
 - 1.5 กลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้เข้าชม
- 2 ศึกษาข้อมูลด้านนักท่องเที่ยว
 - 2.1 ประเภทของนักท่องเที่ยว
 - 2.2 รสนิยมและความต้องการของผู้บริโภค
 - 2.3 ขนาดสัดส่วนของผู้บริโภคที่สอดคล้องกับการใช้งาน
- 3 ศึกษาข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์
 - 3.1 ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่จำหน่ายในร้านค้าของพิพิธภัณฑ์ ฯ
 - 3.2 การตกแต่ง รูปแบบ ลวดลาย สี สัน ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและผลิตภัณฑ์
 - 3.3 ขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด
 - 3.4 ศึกษากรรมวิธีการผลิตและการเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ

สรุปผลงานการออกแบบ

- 1 ออกแบบชุดของที่ระลึกเครื่องเคลือบดินเผา เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์
- 2 ชุดของที่ระลึกประกอบด้วย
 - 2.1 เชิงเทียน ส่งเสริมความรู้เรื่อง " แสง " 2 ชุด
 - 2.2 ถาดใส่ของ ส่งเสริมความรู้เรื่อง " สสาร " 2 ชุด
 - 2.3 ที่ทับกระดาษ ส่งเสริมความรู้เรื่อง " เวลา " 2 ชุด
 - 2.4 จานรองแก้ว ส่งเสริมความรู้เรื่อง " อวกาศ " 2 ชุด
 - 2.5 ที่กันหนังสือ ส่งเสริมความรู้เรื่อง " แรง " การเคลื่อนที่ " 2 ชุด
 - 2.6 ที่ใส่เครื่องเขียน ส่งเสริมความรู้เรื่อง " วิวัฒนาการ " 2 ชุด
- 3 ออกแบบโดยใช้วัสดุหลักเป็นเครื่องเคลือบดินเผา อาจมีวัสดุอื่นประกอบเพื่อความเหมาะสม
- 4 ออกแบบให้ชุดของที่ระลึกมีเอกลักษณ์ และสอดคล้องกับรูปแบบและนิทรรศการที่สะท้อนความเป็นอาคารทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- 5 เลือกใช้ลวดลายในการออกแบบที่ต้องสอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละประเภทนั้น ๆ ซึ่งสามารถสื่อให้เห็นถึงเนื้อหาเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยใช้ รูปภาพและตัวอักษร
- 6 สีที่ใช้ในการออกแบบต้องทำให้เกิดความรู้สึกสดใส ชำเริ่ง มีชีวิตชีวาสามารถกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น ไร่ใจ ดึงดูดความสนใจได้เร็ว
 - การใช้สีเข้มกับสีอ่อน จะทำให้เกิดความสดใสมีชีวิตชีวา
 - การใช้สีค่อนข้างมืดแสดงถึงความทันสมัย ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี
- 7 เนื้อดินที่เหมาะสมในการออกแบบ คือ ดินสโตนแวร์
- 5 กรรมวิธีการตกแต่งด้วยเคลือบขาวทึบ และรูปลอกสีบนเคลือบเผาอุณหภูมิ 700 c
- 6 กรรมวิธีการผลิต ด้วยวิธีการหล่อแบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อพวช.

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ที่ วว 5304/647

31 กรกฎาคม 2541

เรื่อง การให้ข้อมูล

เรียน หัวหน้าภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม

อ้างถึง หนังสือ ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม ที่ ทม. 1503(3)/099 ลงวันที่ 3 กรกฎาคม 2541

ตามที่ นายเสนีย์ สิทธิสุพร นักศึกษาชั้นปีที่ 5 ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการออกแบบชุดของที่ระลึกเครื่องเคลือบดินเผา เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ความละเอียดตามหนังสือที่อ้างถึง นั้น

ศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) ยินดีที่จะให้การสนับสนุนแก่นักศึกษา โดยขอให้ไปติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม ได้โดยตรง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายมานพ อิสสระีย์)

ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

โทรศัพท์ 577-4175-8 ต่อ 1809

โทรสาร 577-4181

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานใหญ่ : เทคโนโลยีธานี ต.คลอง 5 อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบชุดของที่ระลึก เครื่องเคลือบดินเผาเพื่อส่งเสริมการ
ท่องเที่ยวพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์
CERAMIC SOUVENIOR SET FOR NATIONAL SCIENCE
MUSEUM.

ภาควิชา ศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นักศึกษา นายเสณีย์ สิทธิสุพร รหัสนักศึกษา 37025338

ปีการศึกษา 2541

คำนำ

จากกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคโลกาภิวัตน์ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใน
ด้านต่างๆ เช่น เศรษฐกิจ การเมือง สังคม โดยเฉพาะความคิดเห็นของคนในสังคม ซึ่งจำเป็น
อย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาคนในสังคมให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก โดยส่วนหนึ่งเพื่อ
ยกระดับคุณภาพชีวิต เพื่อให้เกิดการเรียนรู้เท่าทันต่อสิ่งรอบตัว รักษาสถานะความมั่นคงของครอบครัว
สังคม และประเทศชาติ

การวางแผนการจัดการศึกษา ที่สามารถกระตุ้นเด็ก ให้มีความตระหนักและรักในวิชาที่
เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น เพราะเป็นวิชาพื้นฐานที่สอนให้เด็กมีกระบวนการคิดอย่างมี
เหตุผล

การศึกษาของเยาวชน ในเบื้องต้นเกิดขึ้นภายในสถานศึกษา เมื่อต้องการเรียนรู้เพิ่มขึ้น
สถานที่ให้ความรู้ก็ขยายขอบเขตออกไป จากสถานศึกษาไปสู่ห้องสมุด สวนสัตว์ หอศิลป์ และ
พิพิธภัณฑ์ การศึกษาหาความรู้จากแหล่งอื่นนอกจากในตำราทำให้ได้รับรู้ข้อมูลที่กว้างขึ้นและ
สมจริง เนื่องจากได้ศึกษาถึงต้นเหตุของปัญหา ข้อสงสัย ได้ค้นคว้า ทดลอง หาคำตอบด้วยตัว
เอง ซึ่งจะนำไปสู่การจดจำคำตอบที่ขึ้นใจ อันเป็นผลจากความประทับใจ ความเพลิดเพลิน
ขณะทำกิจกรรม

จะเห็นได้ว่าพิพิธภัณฑ์เป็นทางเลือกในการศึกษาที่อีกทางหนึ่งในการให้ความรู้ แก่เยาวชน
สามารถส่งเสริมให้รู้จักใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล ชื่นชมในสิ่งที่มีคุณค่า ได้รับความสนใจใน
วิชาการแขนงต่างๆ ทำให้ได้ศึกษาจากของจริง เสริมสร้างทักษะในด้านการค้นคว้าศึกษา ตื่น
ตัวในการแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา

กิติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ พ่อและแม่สำหรับทุกสิ่งทุกอย่าง
ขอขอบคุณ ลิบบกับเป๊ยย ในความเป็นพื้นที่ที่คอยดูแลและช่วยเหลือน้องชายคนนี้เสมอมา
ขอขอบคุณ อาจารย์นัฐกาภรณ์ รัตนทัศนีย์
อาจารย์สุทธิชาติ รักษาพรหมณ์
อาจารย์สนั่น สังข์ปลอง
อาจารย์สุรพล พลิศคราม
อาจารย์นัฐพงษ์ สุทธิวนิช
อาจารย์กฤติยา ชุนหรีวาใจล

สำหรับคำแนะนำ ที่ปรึกษา และคอยเคียงข้างเด็ก ๆ กลุ่มนี้ให้ทำวิทยานิพนธ์และสำเร็จลุล่วงด้วยดีตามเวลา

ขอขอบคุณ ลุงทองหล่อ ไพระดก ที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกระหว่างที่พวกเราทำ งานใน SHOP ตลอดทั้งเทอม ทำให้ลุงหล่อต้องนอนดึกบ่อย ๆ แถมยัง สร้างตุ๊กตาปูนปลาสเตอร์มาให้ลุงต้องมาตามหุบทิ้งอีก

ขอขอบคุณ คุณมานพ อิศสระวีร์ ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณเฉลิมศรี บ.อุตสาหกรรมรูปหล่อไทย ที่ให้คำแนะนำในการเลือกรูปหล่อ

ขอขอบคุณ พี่ติ(ศอ. 9) พี่รหัสที่แวะมาช่วยเหลือในคืนวันสุดท้าย นึกว่าพี่จะลืมไปแล้วซะอีก ขอขอบคุณมากครับ

ขอขอบคุณ เขี้ยอิฐ(ศอ. 10) ที่ส่งแผ่นข้อมูลบางส่วนมา ทำให้ทำงานเร็วขึ้นเยอะ

ขอขอบคุณ ป๊อปป สำหรับความเป็นเพื่อนที่ดี ร่วมทุกข์ร่วมสุขกันมาตลอดช่วงทำ THESIS สำหรับความช่วยเหลือที่ต้องรบกวนในมูทอยู่บ่อยๆและ สำหรับหน้าที่เลขาส่วนตัว (YOU'VE GOT MAIL. สนุกดีนะไปดูซะเถอะ)

ขอขอบคุณ อ้น เพื่อนร่วมมูทปีหน้าจะกลับมาช่วยนะ

ขอขอบคุณ ไต้ง ที่ต้องไปรบกวนในมูทอยู่บ่อย ๆ บางทีเราคงมีความรู้สึกต่อบางสิ่งบางอย่างคล้าย ๆ กัน

ขอขอบคุณ ใจ้ เพื่อนร่วมอุดมการณ์อาหารหลังเที่ยงคืนที่คอยไปรับ-ส่งเพื่อน ๆ เสมอ

ขอขอบคุณ หลิน ต้ม ที่ให้ยืมหนังสือที่เป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญในการทำงาน

ขอขอบคุณ ต้อ ที่อำนวยความสะดวกพาไปร้านจ้างกลึงเหล็ก

ขอขอบคุณ ปกรณ์ ที่ทำโลกนี้ดูมีชีวิตชีวาและน่ารักที่สุด เพราะมูทเราอยู่ใกล้กัน

ขอขอบคุณ ลก ที่ช่วยตัด HEAD, เข็มนาฬิกาแดด (ผมเสียใจกับคำพูดบางคำจริง ๆ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขอบคุณ รัน ที่เราไปรบกวนในบิวทอยุ่บ่อย ๆ เธอเป็นเพื่อนที่มีบุคลิกเสมอต้นเสมอปลายจริง ๆ
- ขอบคุณ เอ้ เพื่อนร่วมกลุ่มเซรามิกส์ที่มักทำอะไรเสร็จก่อนเสมอ ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน เวลานอน แม้กระทั่งการสมัครงาน ทำให้เป็นตัวอย่างและเป็นประสบการณ์แก่เพื่อน ๆ
- ขอบคุณ อั้น ที่ช่วยแปลข้อมูลภาษาอังกฤษในส่วนของเทียนไข
- ขอบคุณ น้องดี(ศอ. 5) น้องรหัส38 สำหรับ PACKAGE ,รูป PRESENT ที่สวยที่สุด
- ขอบคุณ น้องแก้ง(ศอ. 5) สำหรับ PACKAGE ,รูป PRESENT ที่สวยที่สุดเช่นกัน
- ขอบคุณ น้องนุชซี่(ศอ. 5)น้องเทค ที่ช่วยพิมพ์ข้อมูลในช่วงแบบร่างให้
- ขอบคุณ น้องนนท์(ศอ. 4)น้องรหัส38 สำหรับ DRAWINGและประโยคกวนๆเสมอ
- ขอบคุณ น้องเบ๊ยก(ศอ. 3) น้องรหัส38 ที่นำเกรงขามที่สุด สำหรับงานโลหะถ้าไม่ได้เราคงแย่เหมือนกัน (ขอบคุณ 3 แชมป์ของแมนยู ๆ ด้วยที่ทำให้เบ๊ยกมาช่วยงานอย่างราบรื่น)
- ขอบคุณ น้องนัท(ศอ. 3) น้องเทค สำหรับความช่วยเหลือต่างๆในช่วง 2 วันก่อนส่ง
- ขอบคุณ น้องโย(ศอ. 3)ที่ช่วยจัดการเกี่ยวกับงานพ่นสีและPRESENTช่วงแบบร่าง
- ขอบคุณ น้องไซ(ศอ. 3) ที่ช่วยเอาฟิล์มไปล้างและอัดอย่างด่วนที่สุด
- ขอบคุณ น้องหุ่ย(ศอ. 2)น้องรหัส38 ,น้องเม(ศอ. 2) ,น้องอ้อม(ศอ. 2) ที่เพิ่งเห็นเพลงที่ติดได้ดีที่สุดก็วันนี้แหละ และที่ช่วยจัดงานในห้องโหรีให้ใหม่ ดูลงตัวดีครับ
- ขอบคุณ น้องปลา(ศอ. 2) น้องเทค ที่แวะมาช่วยในช่วงแบบร่าง แถมทำตามสัญญาไปเที่ยวเมื่อมาด้วย ซึ่งใจจริง ๆ
- ขอบคุณ น้องเอื้อ(ศอ. 2) ที่แวะมาช่วยในช่วงแบบร่าง
- ขอบคุณ น้องบี(ศอ. 2) น้องทัง(ศอ. 2) น้องฝน(ศอ. 2) กับงานกระดาษ
- ขอบคุณ น้องฟิว(ศอ. 2) กับงาน DIE CUTในเพลทรูปด้าน
- ขอบคุณ น้องก่า(ศอ. 2) ,น้องนิต(ศอ. 2)กับงานทำโมเดล STUDY ช่วงแบบร่าง
- ขอบคุณ น้องเตย, น้องยศ, น้องเจ, น้องตัน (ศอ. 2) ที่แวะเข้ามาเยี่ยมและช่วยเหลือในวันส่ง FINAL
- ขอบคุณ สำหรับเจ้าของกุหลาบที่ฝากมาให้ มันทำให้รู้สึกดีขึ้นเยอะเลย
- ขอบคุณ สำหรับเจ้าของการ์ดวันเกิดและอีกหลายใบ กับความรู้สึที่ดีที่สุด
- ขอบคุณ ทุกสิ่งทุกอย่างในช่วงเวลา 5 ปีที่ผ่านมาในคณะ ตอนนี้ผมได้คำตอบแล้วทำไมเราถึงต้องเรียน 5 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

หน้าที่หลักของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ คือเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาบุคลากรและสร้างสังคมไทยให้เป็นสังคมที่มีความเข้าใจในหลักของเหตุผล ส่วนหนึ่งคือการจัดแสดงกิจกรรม หรือนิทรรศการที่สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม รวมทั้งระบบนิเวศ เพื่อให้เกิดความเพลิดเพลิน ทั้งให้เป็นสถานที่สำหรับครอบครัว และเยาวชน

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะทาง ที่ไม่ได้มีแต่เพียงแค่เข้าชมและยืนดูอยู่ห่าง ๆ หลังป้ายที่มีคำว่า " ห้ามจับ " หากเป็นรูปแบบของการนำเสนอที่ทำให้ผู้ชมเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมที่จัดแสดง สามารถตอบสนองของความอยากรู้อยากเห็นที่ต่างกันของผู้ชม อีกทั้งความสนุกสนาน เข้าใจ

เมื่อผู้เข้าชมได้มีความประทับใจ ได้รับความรู้หรือสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ นอกเหนือไปจากการเรียนรู้ในห้องเรียนธรรมดา ย่อมอยากจะทำซ้ำความประทับใจนั้นไว้ เพื่อระลึกถึงการได้มาเยือนพิพิธภัณฑ์นี้ โครงการออกแบบชุดของที่ระลึกจึงได้เกิดขึ้นเพื่อเก็บความทรงจำนั้นไว้แก่ผู้มาเยี่ยมชมเยือน ในรูปของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

โดยมีแนวทางให้ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกเหล่านั้น ไม่เพียงแต่มีหน้าที่ประโยชน์ใช้สอยใช้งานได้ แต่หากยังนำความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ประเภทหลักการพื้นฐานง่าย ๆ ของแสง ,เงา หรือกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เป็นต้น เพื่อให้การออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกเซรามิกส์ เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เป็นการนำเสนอผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกในรูปแบบใหม่ ที่มีประโยชน์ใช้สอยและให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามจุดประสงค์หลักของพิพิธภัณฑ์ อีกทั้งผลิตภัณฑ์เซรามิกส์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความคงทน มีกรรมวิธีการขึ้นรูปได้หลากหลายและการตกแต่งสีและลวดลายทำได้ไม่จำกัด ทั้งยังเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมเซรามิกส์ภายในประเทศได้อีกด้วย

ความเป็นไปได้ของโครงการ

1. ด้านนโยบาย

ส่งเสริมการดำเนินกิจกรรม หรือธุรกิจที่เกี่ยวกับ กิจกรรมพิพิธภัณฑวิทยาศาสตร์ ตามวัตถุประสงค์ของการจัดตั้งองค์กร รวมถึงช่วยเผยแพร่ชื่อเสียงของพิพิธภัณฑวิทยาศาสตร์ ในโอกาสที่จะเป็นศูนย์จัดแสดงด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีความก้าวหน้าทันสมัยในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

2. ด้านเศรษฐกิจ

ส่งเสริมการใช้วัตถุดิบภายในประเทศ ช่วยลดปัญหาจากการนำเข้าวัตถุดิบประเภทอื่น ทั้งช่วยสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตภายในประเทศให้พัฒนาขึ้น รวมถึงการดึงดูดนักท่องเที่ยวในประเทศใกล้เคียงให้เกิดการไหลเวียนของเงินตราต่างประเทศ

3. ด้านสังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม

กระตุ้นความสนใจ และการเรียนรู้ให้กับเยาวชน รวมถึงสร้างเสริมนิสัยการเที่ยวชมพิพิธภัณฑฯ ทำให้ทราบที่มาที่ไปในสิ่งต่างๆ ซึ่งจะมาเป็นพื้นฐานในกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล

4. ด้านการออกแบบ

เป็นโครงการออกแบบที่คำนึงถึงความเป็นไปได้จริงในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม และเป็นการส่งเสริมการใช้เหตุผลในการออกแบบ ในหลายๆ ด้านจากทักษะความรู้ที่ได้ศึกษา เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานและตรงกับจุดประสงค์ของโครงการ
สรุปความเป็นไปได้ของโครงการ

หัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง "โครงการออกแบบชุดของที่ระลึก เซรามิกส์ ส่งเสริมการท่องเที่ยวพิพิธภัณฑวิทยาศาสตร์แห่งชาติ " มีความสอดคล้องต่อความเป็นไปได้ของโครงการในทุกๆด้าน จึงเป็นโครงการที่เป็นจริงได้

ขอบเขตของโครงการ

1 ออกแบบชุดของทีระลีกเซรามิกส์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวพิพิธภัณฑสถานวิทยาศาสตร์แห่งชาติ

2 ชุดของทีระลีกประกอบด้วย

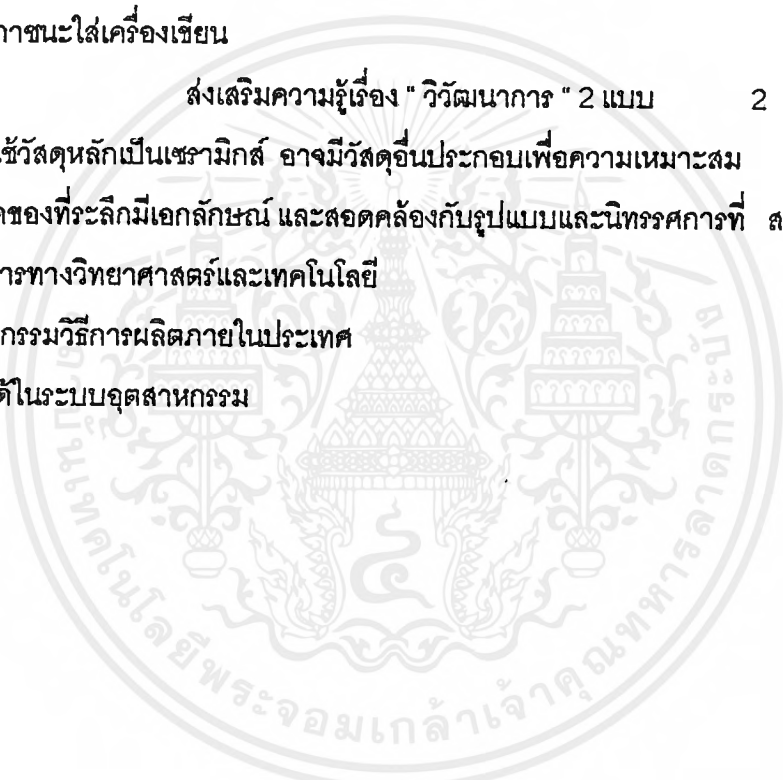
2.1	เชิงเทียน	ส่งเสริมความรู้เรื่อง " แสง " 2 แบบ	2	ชิ้น
2.2	ภาดใส่ของจุกจิก	ส่งเสริมความรู้เรื่อง " สสาร " 2 แบบ	2	ชุด
2.3	ที่ทับกระดาษ	ส่งเสริมความรู้เรื่อง " ประวัตินาฬิกา " 2 แบบ	2	ชิ้น
2.4	จานรองแก้ว	ส่งเสริมความรู้เรื่อง " อวกาศ " 3 แบบ	3	ชิ้น
2.5	ที่กันหนังสือ	ส่งเสริมความรู้เรื่อง " แรง, การเคลื่อนที่ " 2 แบบ	2	ชุด
2.6	ภาชนะใส่เครื่องเขียน	ส่งเสริมความรู้เรื่อง " วิวัฒนาการ " 2 แบบ	2	ชิ้น

3 ออกแบบโดยใช้วัสดุหลักเป็นเซรามิกส์ อาจมีวัสดุอื่นประกอบเพื่อความเหมาะสม

4 ออกแบบให้ชุดของทีระลีกมีเอกลักษณ์ และสอดคล้องกับรูปแบบและนิทรรศการที่ สะท้อนความเป็นอาคารทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี


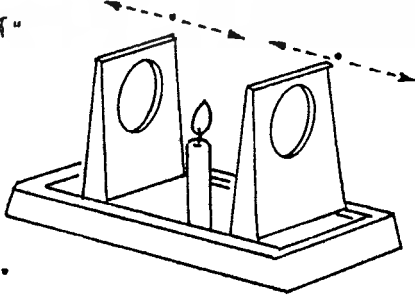
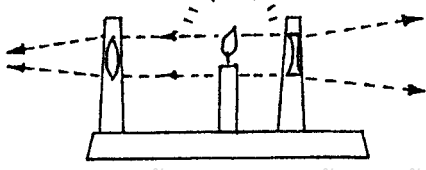
5 ใช้วัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตภายในประเทศ

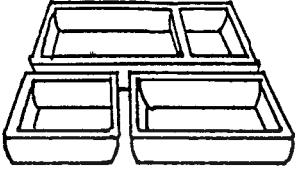
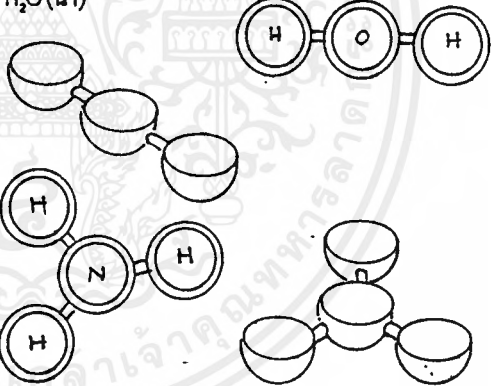
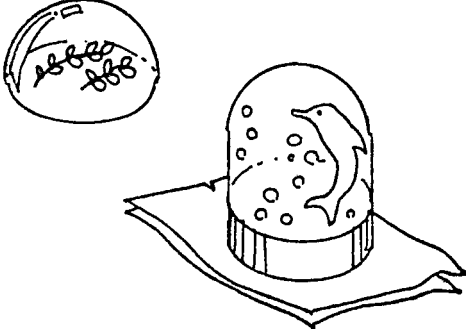
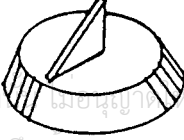
6 สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม



ปัญหาและแนวทางการเสนอแนะ

เนื่องด้วยจากลักษณะของโครงการเป็นการออกแบบชุดของที่ระลึก เซรามิกส์ส่งเสริมการท่องเที่ยวพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ซึ่งเป็นสถานที่เฉพาะมีเอกลักษณ์และรูปแบบเฉพาะตัว ลักษณะปัญหาและแนวทางแก้ไขจึงเป็นลักษณะการเสนอแนะแนวทาง แสดงความเป็นไปได้ในการออกแบบ แนวทางการเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อจะนำมาออกแบบ เริ่มต้นจากเนื้อหาหลักทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา โดยอาศัยแนวทางเนื้อหาที่ทางพิพิธภัณฑ์จะจัดแสดง

ปัญหา	แนวทางการเสนอแนะ
<p>1 เติมน้ำ</p> <p>รูปแบบทั่วไป</p>  <p>ประโยชน์ใช้สอย</p> <ul style="list-style-type: none"> -ใช้สำหรับตั้งเทียนกันการล้ม -ป้องกันน้ำตาเทียนไหลลงพื้น -ทำให้เกิดความสะดวกในการเคลื่อนย้าย 	<p>1 นำหลักการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง "แสง"</p> <p>ประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> -แสงและเงา -แสงหักเห -การบันทึกภาพ -การแยกแสงเป็นสี -การขจัดสี -การเลี้ยวเบน -สเปกตรัม -แสงโพลาไรซ์ -แสงไฟฟ้า <ul style="list-style-type: none"> -แสงสะท้อน -มองผ่านเลนส์ -การฉายภาพ -การผสมสี -อนุภาคและคลื่น -การแทรกสอด -อะตอมและแสง -พลังงานแสง -เลเซอร์ <p>เรื่องที่น่ามาใช้ในการออกแบบคือ "มองผ่านเลนส์"</p>   <p>เลนส์เว้าและเลนส์นูนทั้งสองด้านสามารถเคลื่อนเข้าออกได้บนรางเพื่อปรับระยะโฟกัส</p>

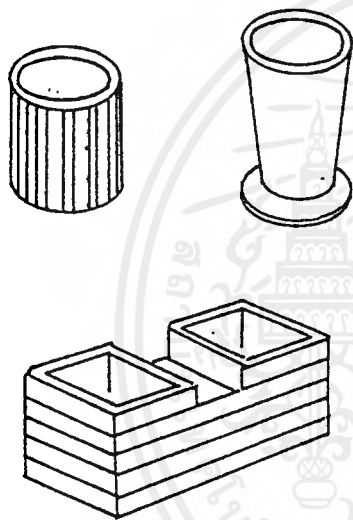
ปัญหา	แนวทางการเสนอแนะ
<p>2 ภาค รูปแบบทั่วไป</p>  <p>ประโยชน์ใช้สอย -สำหรับใส่สิ่งของชิ้นเล็กๆเช่น เครื่องประดับ</p>	<p>2 นำหลักการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง "สสาร" ประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> -ของแข็ง -โลหะ, โลหะผสม -ก๊าซ -คอลลอยด์, แก้ว -สสารติดไฟ -องค์ประกอบสสาร -กัมมันตภาพรังสี -อิเล็กทรอนิกส์ -ผลึก -ของเหลว -การเปลี่ยนสถานะ -สารผสม, สารประกอบ -ตารางธาตุ -โมเลกุล -อะตอม -โครงสร้างนิวเคลียส <p>เรื่องที่น่ามาใช้ในการออกแบบคือ "โมเลกุล"</p> <p>H_2O (น้ำ)</p> 
<p>3 ที่ทับกระดาษ รูปแบบทั่วไป</p>  <p>ประโยชน์ใช้สอย -ใช้สำหรับกดทับบนเอกสารหรือชิ้นงานที่สามารถปลิวสูญหายได้ง่าย</p>	<p>3 นำหลักการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง "ประวัตินาฬิกา" ประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> -นาฬิกาแดด -นาฬิกาน้ำ -นาฬิกาทราย -นาฬิกาสุกดัม -นาฬิกาควอตซ์ -นาฬิกาอะตอม <p>เรื่องที่น่ามาใช้ในการออกแบบคือ "นาฬิกาแดด"</p> 

ปัญหา	แนวทางการเสนอแนะ
<p>4 จานรองแก้ว รูปแบบทั่วไป</p>  <p>ประโยชน์ใช้สอย</p> <ul style="list-style-type: none"> -ป้องกันความร้อนจากแก้วเครื่องดื่ม ที่แผ่ลงสู่พื้นโต๊ะ -ป้องกันความชื้นหรือหยดน้ำ -ทำให้เกิดความสะดวกในการเคลื่อนย้าย 	<p>4 นำหลักการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง "อวกาศ" ประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> -เอกภพ -ชุดดาว -กระสวยอวกาศ -ดาวเทียม -ดาวพุธ, ดาวศุกร์ -ดาวพฤหัสบดี, เสาร์ -ดาวเคราะห์วงนอก -ดาวฤกษ์ -ดาวเคราะห์สีแดง -หมู่ดาว -สถานีอวกาศ -ระบบสุริยะ -บริวารขนาดเล็ก -เมืองในอวกาศ <p>เรื่องที่น่ามาใช้ในการออกแบบคือ "ระบบสุริยะ"</p>  <p>แบบที่ 1 ดวงอาทิตย์</p> <p>แบบที่ 2 โลก</p> <p>แบบที่ 3 ดวงจันทร์</p>
<p>5 ที่กันหนังสือ รูปแบบทั่วไป</p>  <p>ประโยชน์ใช้สอย</p> <ul style="list-style-type: none"> -ใช้สำหรับจัดเก็บหนังสือให้ตั้งเป็นระเบียบ -แยกหรือแบ่งประเภทหนังสือ 	<p>5 นำหลักการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง "แรงและการเคลื่อนที่" ประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> -พื้นลาด, ลิ่ม -ระหัดเกลียว -คานงัด -เข้าเกียร์ -น้ำหนักและมวล -การชน -ความดัน, การไหล -ล้อและเพลลา -การลอย, จม -ชักรอก -แรงโน้มถ่วง -แรงเสียดทาน -แม่เหล็ก -แรงสั่นสะเทือน <p>เรื่องที่น่ามาใช้ในการออกแบบคือ "แม่เหล็ก"</p>

ปัญหา

แนวทางการเสนอแนะ

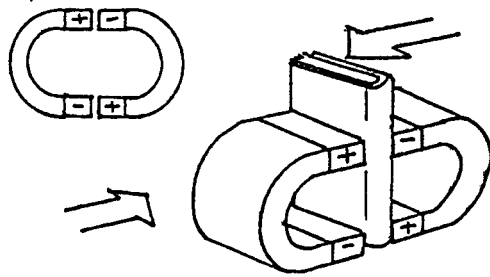
6 ภาชนะใส่เครื่องเขียน
รูปแบบทั่วไป



ประโยชน์ใช้สอย

- สำหรับจัดเก็บเครื่องเขียนเพื่อสะดวกในการหยิบใช้
- ป้องกันความเสียหายของเครื่องเขียน

นำหลักการใช้งานของที่กันหนังสือ ที่มีลักษณะการบีบอัดเข้าหากัน

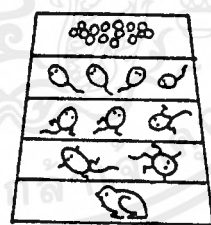


6 นำหลักการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง

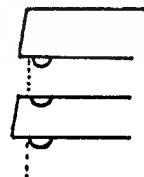
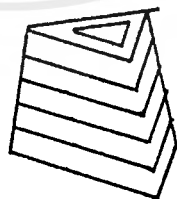
"วิวัฒนาการ" ประกอบด้วย

- สัตว์ที่สูญพันธุ์
- การแพร่กระจายของพืช, สัตว์
- การถ่ายทอดพันธุกรรม
- การปรับตัว
- ฟอสซิล
- หลักฐานสิ่งมีชีวิต
- ซากดึกดำบรรพ์
- อายุโลก
- สปีชีส์ใหม่
- กำเนิดสิ่งมีชีวิต
- ประวัติของสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่น่ามาใช้ในการออกแบบ "การปรับตัว"



ไหลอยู่คู่น้ำ
ลูกบอลค้ำอยู่ในน้ำ
ลูกบอล 2 ขาค้ำอยู่ในน้ำ
ลูกบอล 4 ขาค้ำบดครึ่งน้ำ
กบตัวเต็มวัยครึ่งบดครึ่งน้ำ



ลดแทรกความรู้เกี่ยวกับการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต ต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิต เช่น พัฒนาการทางร่างกายของกบ เป็นต้น โดยอยู่ในแนวทางของตัวต่อ

หมายเหตุ - ในการออกแบบจะนำโลโก้ของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ เสนอด้วยในทุก ๆ

รูปแบบของผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงความเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (ดูภาพประกอบที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการศึกษาวิจัย

- 1 ศึกษาข้อมูลของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
 - 1.1 การดำเนินงานและนโยบายของพิพิธภัณฑ์ ฯ
 - 1.2 รูปแบบและสัญลักษณ์ของพิพิธภัณฑ์ ฯ
 - 1.3 ประวัติความเป็นมาในการจัดตั้ง
 - 1.4 ข้อมูลการจัดแสดงนิทรรศการ ในส่วนของเนื้อหาและแนวทางการสื่อลงบนตัวผลิตภัณฑ์
 - 1.5 กลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้เข้าชม
- 2 ศึกษาข้อมูลด้านนักท่องเที่ยว
 - 2.1 ประเภทของนักท่องเที่ยว
 - 2.2 ทัศนียภาพและความต้องการของผู้บริโภค
 - 2.3 ขนาดสัดส่วนของผู้บริโภคที่สอดคล้องกับการใช้งาน
- 3 ทำหาข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์
 - 3.1 ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่จำหน่ายในร้านค้าของพิพิธภัณฑ์ ฯ
 - 3.2 รูปแบบ ลวดลาย สีพื้น ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและผลิตภัณฑ์
 - 3.3 ขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด
 - 3.4 กรรมวิธีการผลิตและการเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาใช้ในกาจออกแบบ

แนวทางการออกแบบ

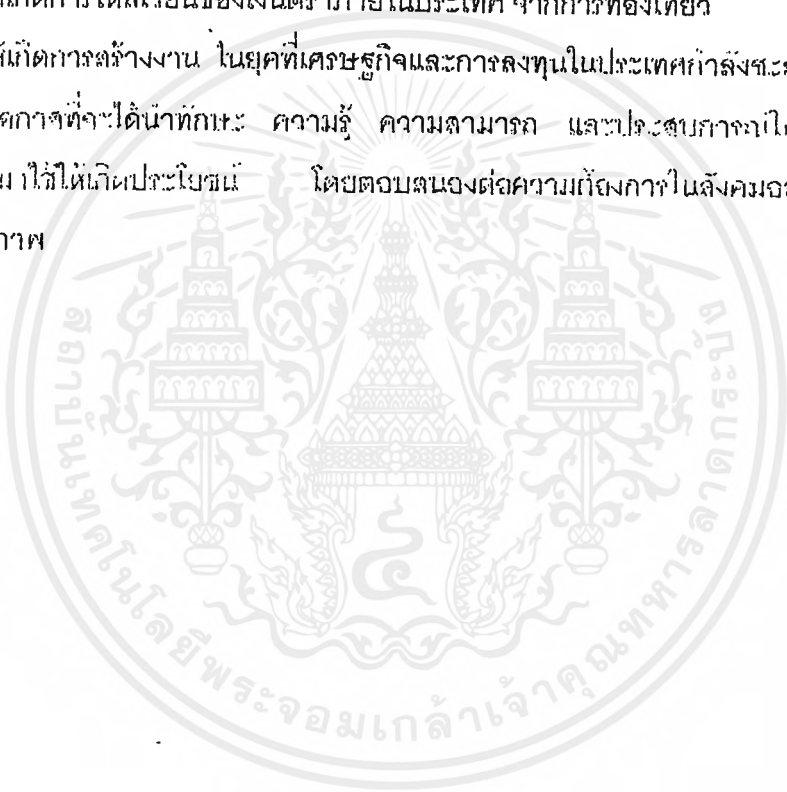
แนวทางการออกแบบ จะมีลักษณะสอดคล้องกับรูปแบบการจัดนิทรรศการคือ สามารถตอบสนองความอยากรู้ อย่างเห็นในหลากหลายสาขา ความเพลิดเพลิน โดยจะเน้นรูปทรงของผลิตภัณฑ์เป็นอันดับแรกเชื่อมโยงลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์เข้ากับความต้องการที่จะสื่อหรืออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา หรือหลักวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ประวัติทางด้านวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขา

สรุปในแนวทางการออกแบบ จะนำหลักการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้นดังกล่าว ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ในการให้ความรู้แก่ผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ เข้ามาเป็นส่วนร่วมในแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์



ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1 ส่งเสริมความเข้าใจ และกระตุ้นความสนใจ ในการศึกษาค้นคว้าต่อสิ่งรอบตัว ในแนวทางวิทยาศาสตร์
- 2 เสริมสร้างลักษณะนิสัยของเยาวชน ในการรักการเที่ยวชมพิพิธภัณฑ์ เพื่อทักษะในด้านการค้าการศึกษา และตื่นตัวในการแสวงหาความรู้
- 3 สะท้อนให้เห็นถึงความเจริญก้าวหน้าทางด้านสังคม เนื่องจากสังคมที่เจริญก้าวหน้า ต้องพึ่งพาบุคลากรในประเทศที่มีความสนใจต่อความรู้รอบตัว
- 4 ทำให้เกิดการไหลเวียนของเงินตราภายในประเทศ จากการท่องเที่ยว
- 5 ก่อให้เกิดการสร้างงาน ในยุคที่เศรษฐกิจและการลงทุนในประเทศกำลังชะงักงัน
- 6 เป็นโอกาสที่จะได้นำทักษะ ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ในทางออกแบบมาให้ได้เกิดประโยชน์ โดยตอบสนองต่อความท้าทายในสังคมอย่างมีประสิทธิภาพ



ประวัติพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติและวัตถุประสงค์การจัดตั้ง

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) จัดตั้งขึ้นเมื่อ วันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2538 ตามพระราชกฤษฎีกา จัดตั้งองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ พ.ศ.2538 มีฐานะเป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เพื่อเน การเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ที่ทรงนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีไปใช้ พัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่ชนบท พร้อมทั้งต้องการให้สังคม ไทยเล็งเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาประเทศ จึงมีโครงการจัดตั้ง " พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ " ณ เทคโนโลยี ถนนรังสิต-นครนายก จังหวัดปทุมธานี โดยมี วัตถุประสงค์การจัดตั้งตามพระราชกฤษฎีกา คือ

1. ดำเนินการส่งเสริม และสื่อกิจกรรม หรือผลงานสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี เพื่อให้ความรู้และบันเทิงแก่ประชาชน
2. ดำเนินการรวบรวมวัตถุ จำแนกประเภทวัตถุ จัดทำบันทึกหลักฐาน และสงวนรักษาผล งาน สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อประโยชน์ในการศึกษา วิจัย และความก้าวหน้าทางวิชาการ
3. ดำเนินการส่งเสริมการวิจัย การให้บริการด้านวิชาการ และนิทรรศการทางวิทยา ศาสตร์และเทคโนโลยี แก่หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนตามความเหมาะสม
4. จัดนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกัน
5. เป็นศูนย์รวมทางด้านข้อมูล และวิชาการเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี และให้บริการที่เกี่ยวข้องแก่หน่วยงานของรัฐและเอกชนตามความเหมาะสม
6. ร่วมมือกับองค์กรอื่นๆ ทั้งในและต่างประเทศ เพื่ประโยชน์ในการพัฒนาพิพิธภัณฑ์ วิทยาศาสตร์
7. ดำเนินกิจกรรมหรือธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับกิจการพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์
พื้นที่ใช้สอย

ข้อมูลนิทรรศการภายในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

ชั้นที่ 1

ส่วนต้อนรับ , ซาส์บัตรเข้าชม,แนะนำสถานที่

- นิทรรศการการศึกษาตลอดชีพ
- นิทรรศการ IT
- นิทรรศการเทคโนโลยีสมัยใหม่

ชั้นที่ 2

ประวัติทางด้านวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขา

- ๘ วิวัฒนาการนาฬิกา - กล้องถ่ายรูป
- การบิน - จักรยาน
- การสื่อสาร - ระบบสุริยะ
- สิ่งมีชีวิต

หุ่นจำลอง,ผลงานนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียง

- ดาร์วินชี - ไอน์สไตน์
- เอดิสัน - ชาร์ล ดาวิน
- กาลิเลโอ - ไอแซก นิวตัน
- ไมเคิล ฟาราเดย์ - อริสโตเติล

Discovery room

พัฒนาการทางด้านร่างกาย สติปัญญา

ชั้นที่ 3

เนื้อหาหลักวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

- ไฟฟ้า - แสง
- แรง,การเคลื่อนที่ - สสาร
- อิเล็กทรอนิกส์ - วิวัฒนาการ
- เคมี - อวกาศ
- หลักการทางคณิตศาสตร์

ชั้นที่ 4

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นำไปสู่การ

พัฒนาการอุตสาหกรรม

- เลเซอร์ - เทคโนโลยีทางการแพทย์
- ภาพยนตร์ - เทคโนโลยีการทำนาถุ์

วิวัฒนาการทางด้านสถาปัตยกรรมไทย

- การสร้างบ้านไทยแต่โบราณ
- การสร้างสะพาน

วิวัฒนาการของสามล้อไทย

ชั้นที่ 5

นิทรรศการคมนาคมขนส่งของไทย

- เรือ - รถจักรไอน้ำ

- ดาวเทียมไทยคม

การทำงานภายในร่างกายของมนุษย์

- การมองเห็น - การได้ยิน
- ประสาทสัมผัส - ไตรงกระดูก
- ระบบในร่างกาย

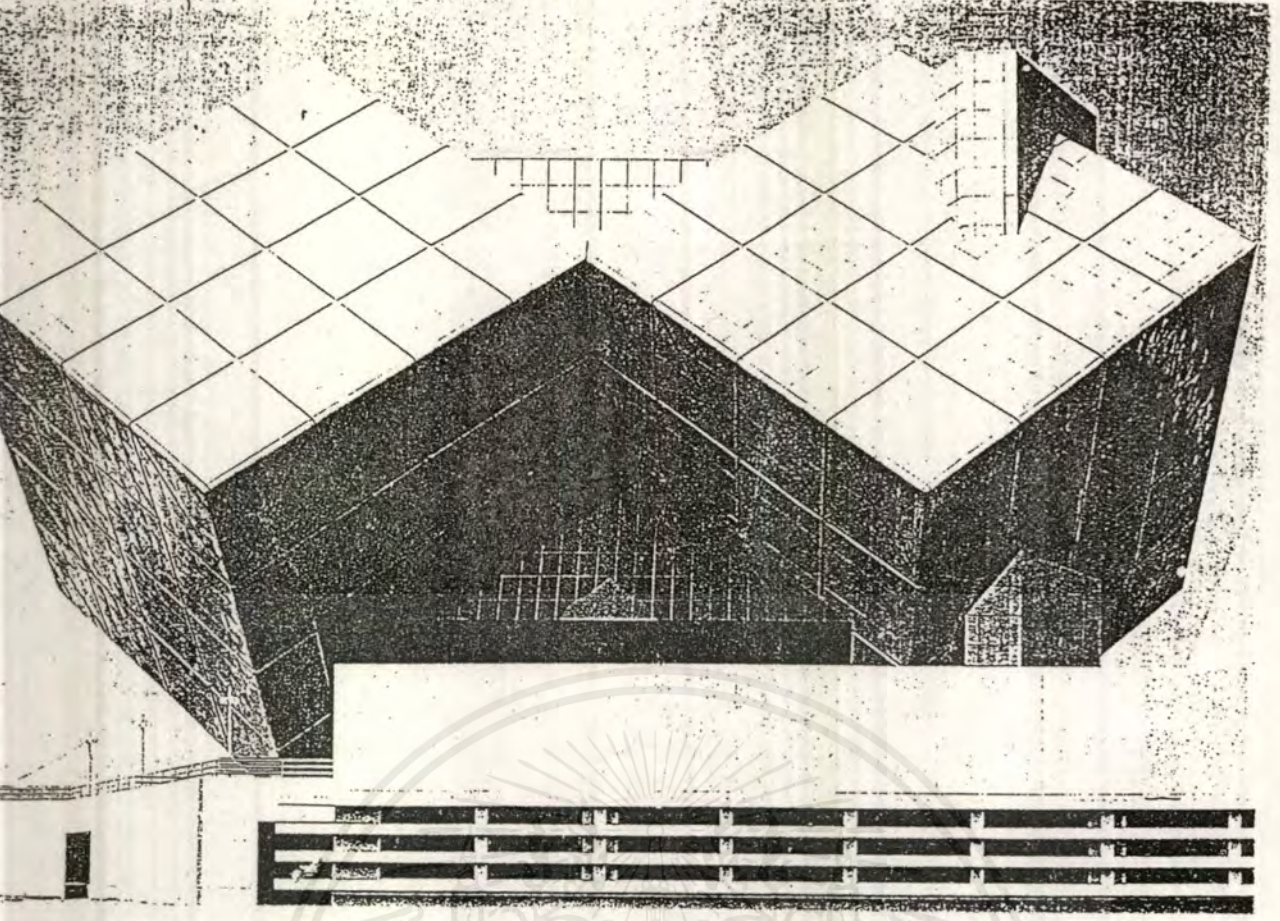
เทคโนโลยีในชีวิตประจำวันกับการประยุกต์
วิทยาศาสตร์มาใช้ในรูปแบบของเครื่องมือเครื่องใช้

- เครื่องใช้ไฟฟ้า
- อุปกรณ์ทางดาราศาสตร์

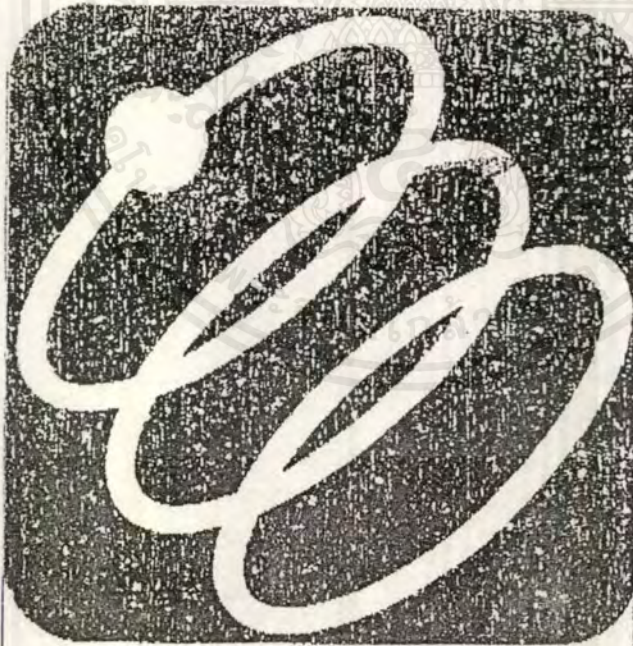
ชั้นที่ 6

เทคโนโลยีพื้นฐาน , ผลิตภัณฑ์ศิลปอาชีพ

- เครื่องสาน
- เครื่องเงิน
- เครื่องปั้นดินเผา
- สิ่งทอ



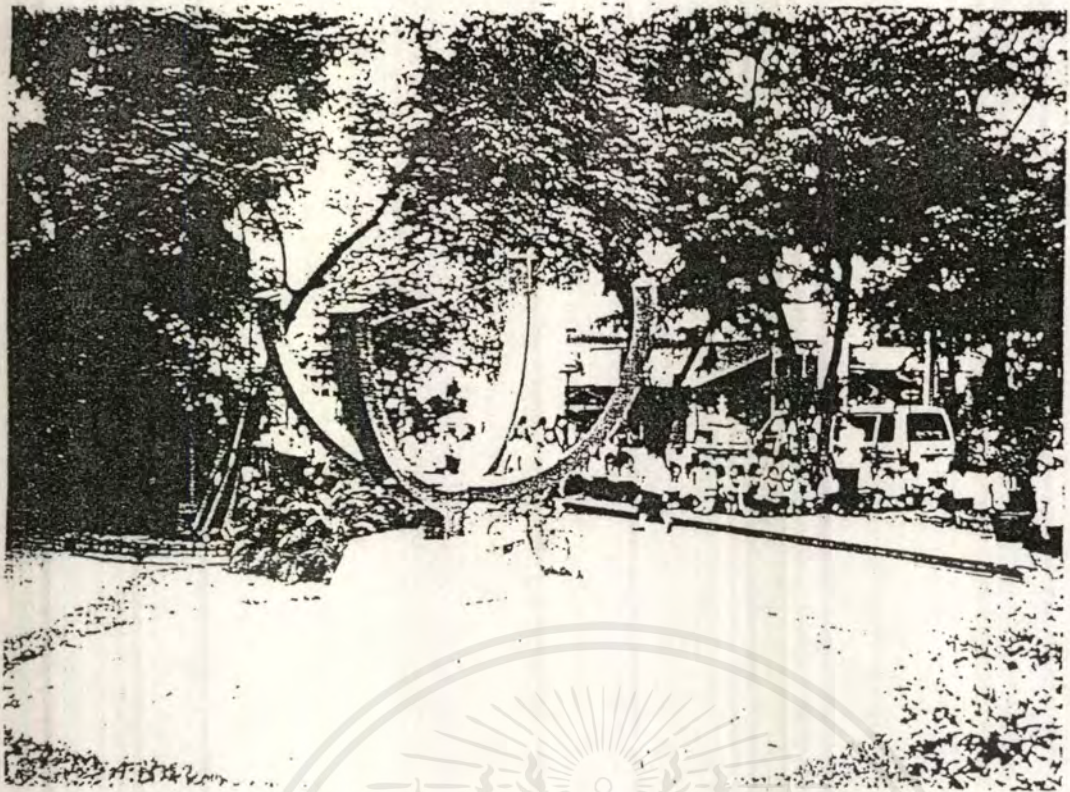
ภาพที่ 1. แสดงทัศนียภาพภายนอกอาคาร



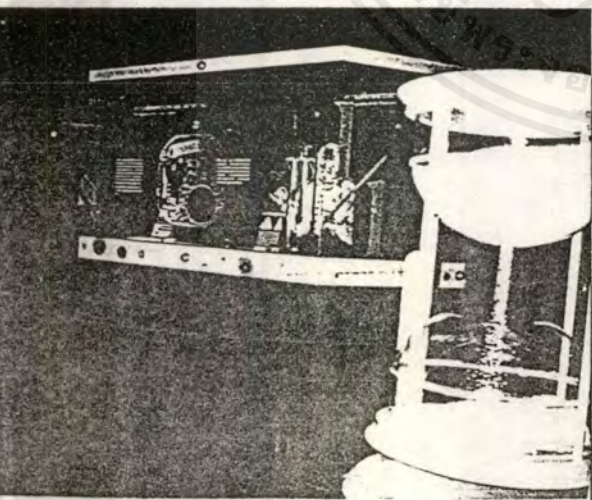
NSM

ภาพที่ 2. โลโก้พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3. แสดงลักษณะของนาฬิกาแดด ที่อาศัยการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์



ภาพที่ 4. แสดงการทำงานของนาฬิกาในปัจจุบัน



ภาพที่ 5. รูปปั้นจำลองนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

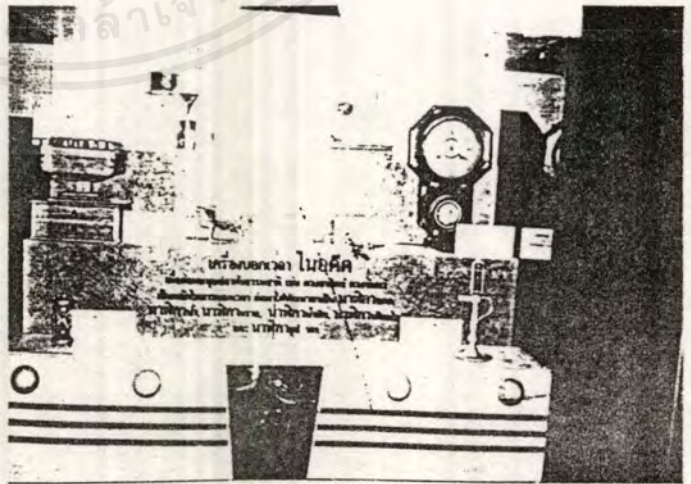


ภาพที่ 6. แสดงวิวัฒนาการของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

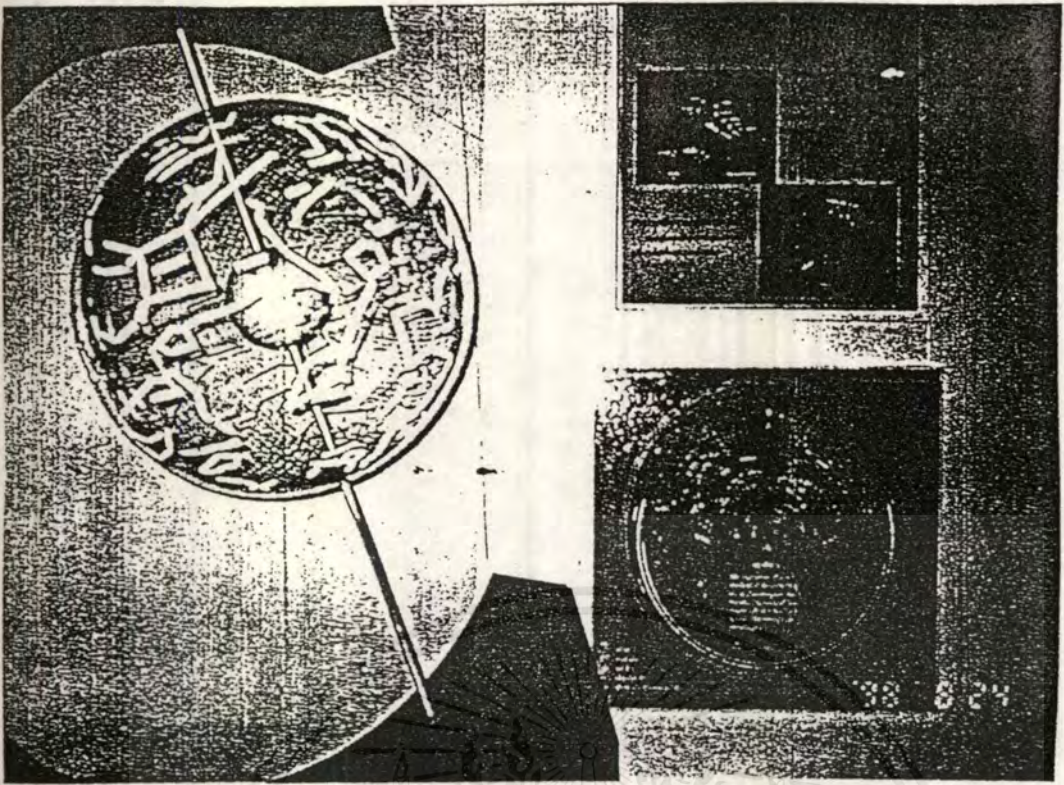


ภาพที่ 7. แสดงวิวัฒนาการของการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8. รูปแบบและการทำงานของนาฬิกาต่าง ๆ



ภาพที่ 9. ตำแหน่งหมู่ดาวบนท้องฟ้า และการใช้แผนที่ดูดาว

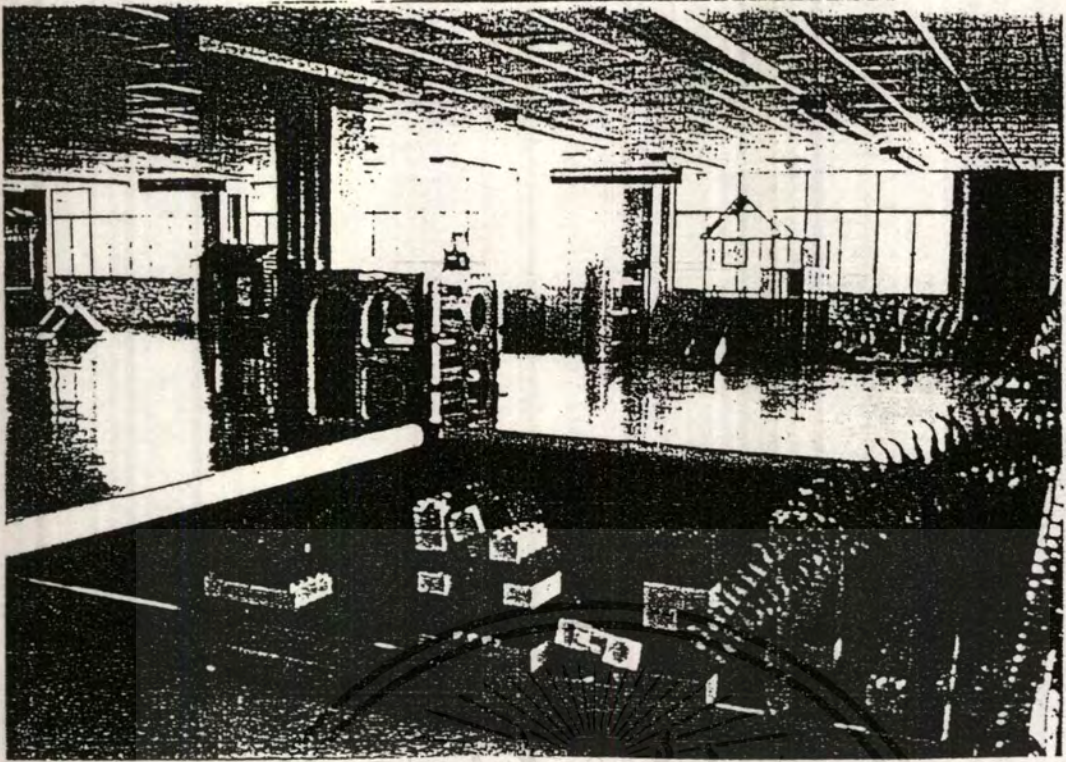
อุปกรณ์สำรวจท้องฟ้า



ภาพที่ 10. ลักษณะและรูปแบบการทำงานของกล้องโทรทรรศน์

ภาพที่ 11. อุปกรณ์สื่อสารในอวกาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12. แสงบรรยากาศภายในห้อง Discovery room



ภาพที่ 13. นิตรรศการเกี่ยวกับการให้ความรู้เรื่องพื้นฐานคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

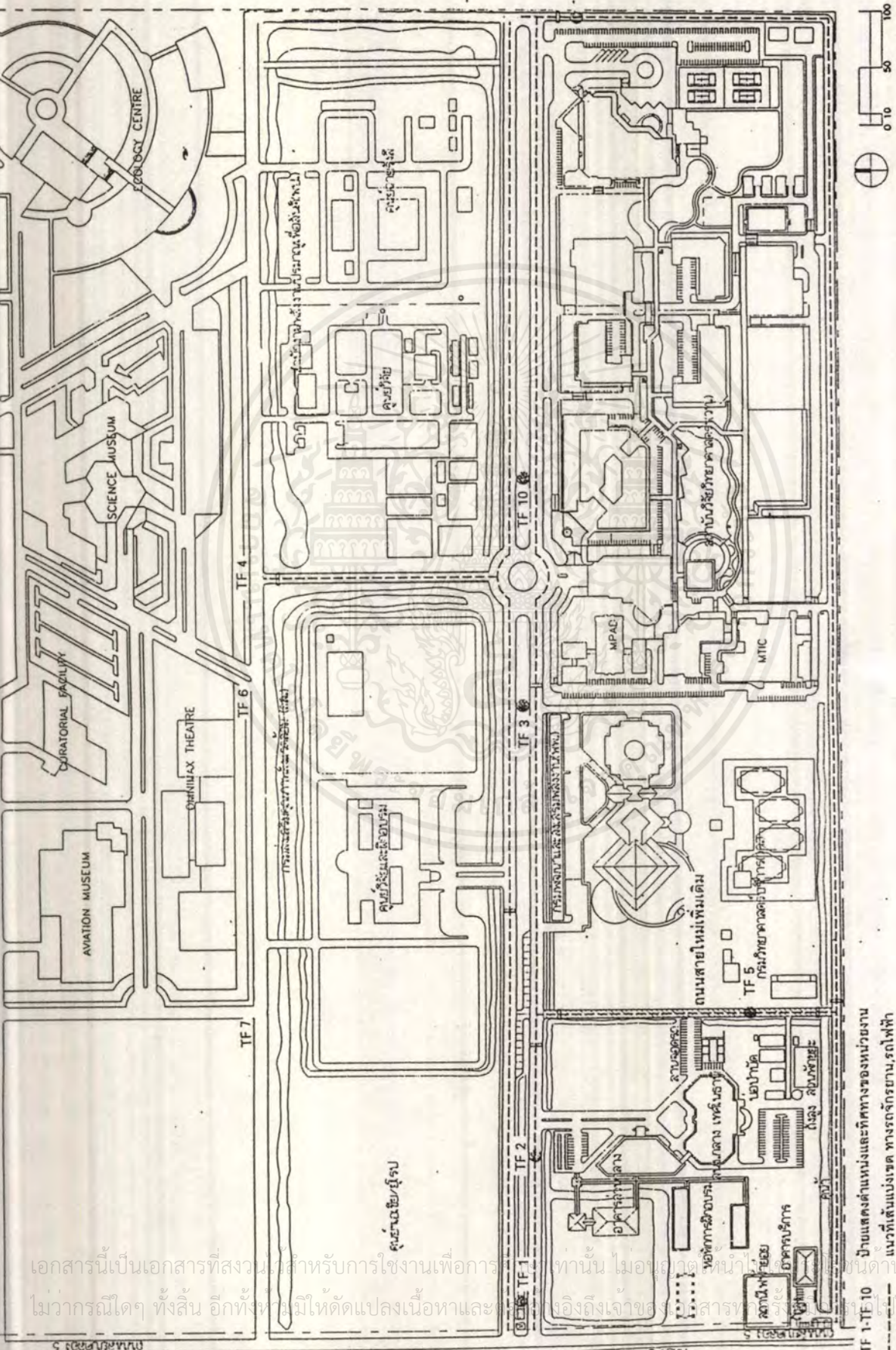
2.1.1 ประวัติความเป็นมาของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2538 ตามพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2538 มีฐานะเป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นการเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้า ฯ พระบรมราชินีนาถ ที่ทรงนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีไปใช้เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ, สังคม และคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่ชนบท พร้อมกับต้องการให้สังคมไทยเล็งเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาประเทศ จึงมีโครงการจัดตั้ง " พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ " ขึ้น ณ เทคโนโลยี ถนนรังสิต-นครนายก จังหวัดปทุมธานี

2.1.2 วัตถุประสงค์หลักของพิพิธภัณฑ์ฯ ตามพระราชกฤษฎีกา

- 1 ดำเนินการส่งเสริมและสื่อกิจกรรมหรือผลงานสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ความรู้และความบันเทิงแก่ประชาชน
- 2 ดำเนินการรวบรวมวัตถุจำแนกประเภทวัตถุ จัดทำบันทึกหลักฐานและสงวนรักษามผลงานสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อประโยชน์ในการศึกษา วิจัย และความก้าวหน้าทางวิชาการ
- 3 ดำเนินการส่งเสริมการวิจัย การให้บริการทางด้านวิชาการ และนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่หน่วยงานของรัฐและเอกชนตามความเหมาะสม
- 4 จัดนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งกิจกรรมอื่นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 5 เป็นศูนย์รวมทางด้านข้อมูล และวิชาการเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และให้บริการที่เกี่ยวข้องแก่หน่วยงานของรัฐและเอกชนตามความเหมาะสม
- 6 ร่วมมือกับองค์กรอื่น ๆ ทั้งในและต่างประเทศเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์
- 7 ดำเนินกิจกรรมหรือธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับกิจการพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

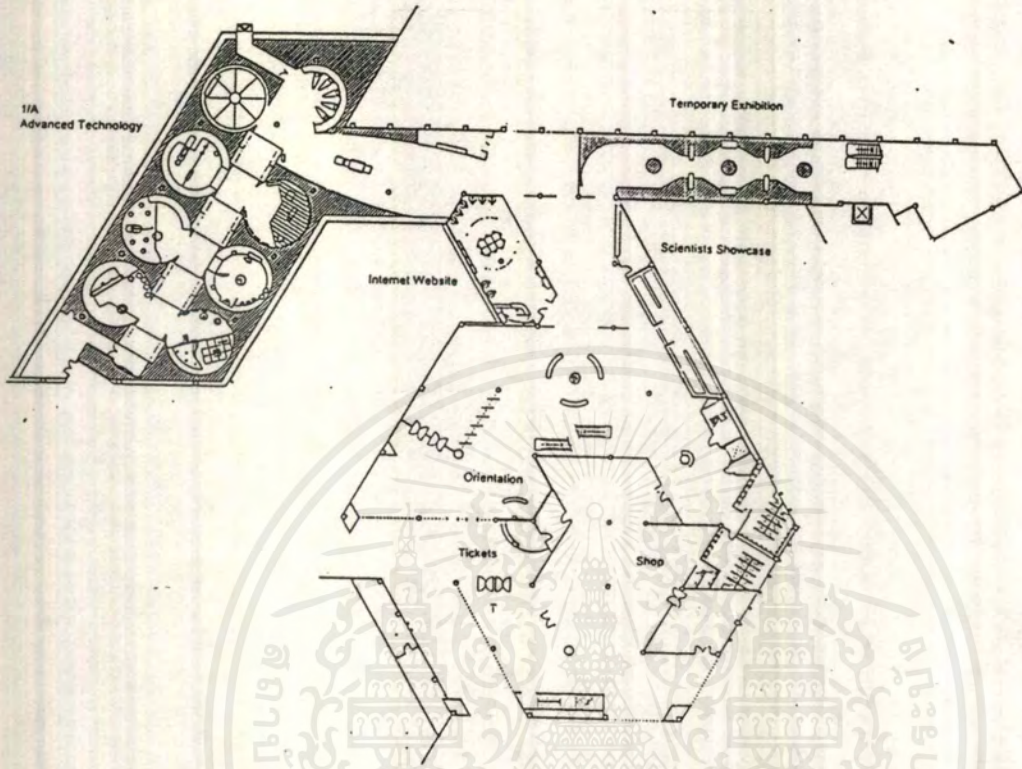
2.1.3 ผังรวมของอาคารหลัก



TF 1-TF 10 ป้ายแสดงตำแหน่งและทิศทางของหน่วยงาน
 แนวที่เส้นแบ่งเขต ทางจราจรยาน, รถไฟฟ้า
 แสดงตำแหน่งแนว SPEED LIMIT CURB
 แนวถนนสายใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลใดๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหาย
 หรือถึงเจ้าของเอกสารได้

2.1.4 ผังแสดงลักษณะการเข้าชมพิพิธภัณฑ์ ฯ

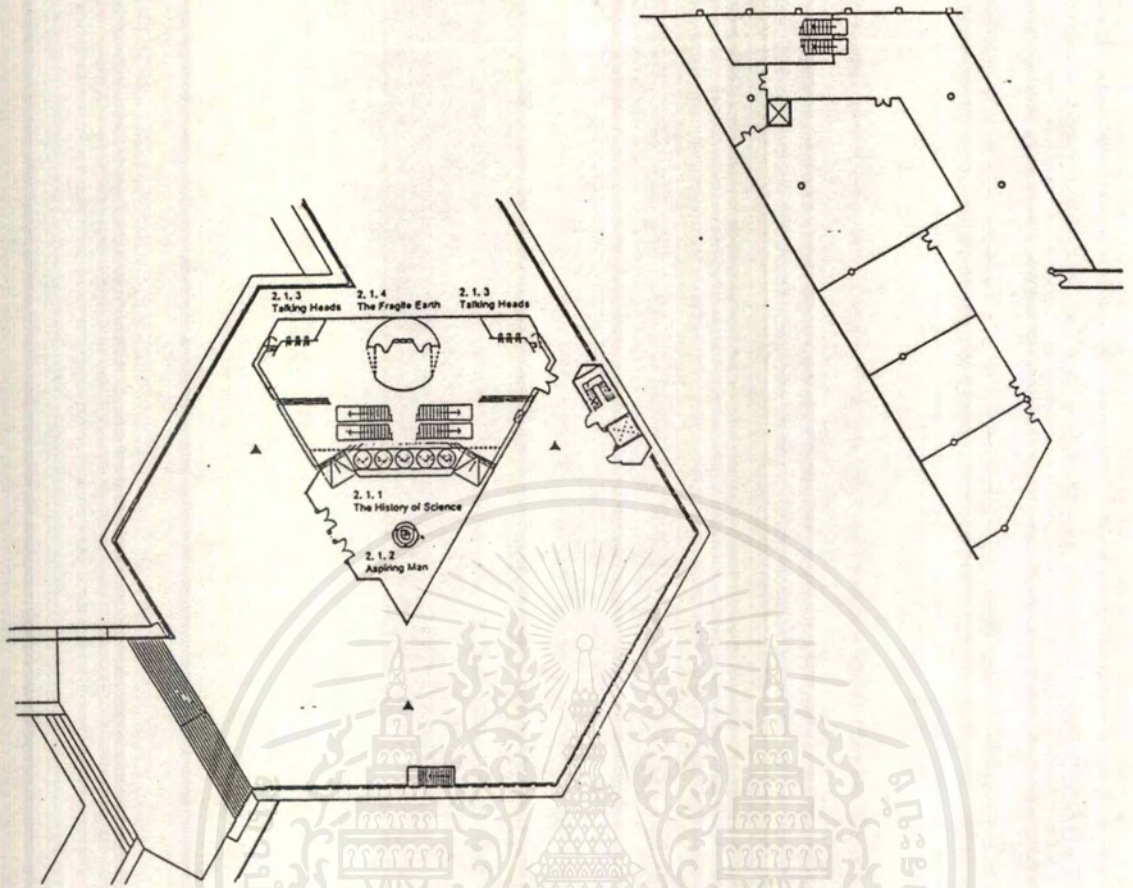


ชั้นที่ 1

ทางเข้า ส่วนต้อนรับ และแนะนำผู้ชม

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1.1A บริเวณจำหน่ายตั๋ว | 1.3.7 นักวิทยาศาสตร์ และผลงานชิ้นเอก |
| 1.1B ทางเข้าสำหรับผู้มาเป็นกลุ่ม และเดี่ยว | 1.4.0 นิทรรศการชั่วคราว |
| 1.1C ทางออก | 1.5.1 ส่วนต้อนรับและให้ข้อมูล |
| 1.2.0 ส่วนแนะนำผู้เข้าชมและบรรยายสรุป | 1.5.2 การศึกษาตลอดชีวิต |
| 1.3.1 ร้านขายของที่ระลึกและจุดนัดพบ | 1.5.3 MULTIMEDIA |
| 1.3.2 MESUEM DIRECTORY | 1.5.4 สุขภาพอนามัย |
| 1.3.3 จุดนัดพบ | 1.5.5 โรงงาน |
| 1.3.4 ห้องปฐมพยาบาล | 1.5.6 กระบวนการผลิตอาหาร |
| 1.3.5 ที่รับฝากของ | 1.5.7 พลังงานสำหรับผลิตอาหาร |
| 1.3.6 ห้องแสดงนิทรรศการ | 1.5.8 การสำรวจอวกาศ |
| INTERNET/CAREER CENTRE | 1.5.9 สำนักงานอิเล็กทรอนิกส์ |

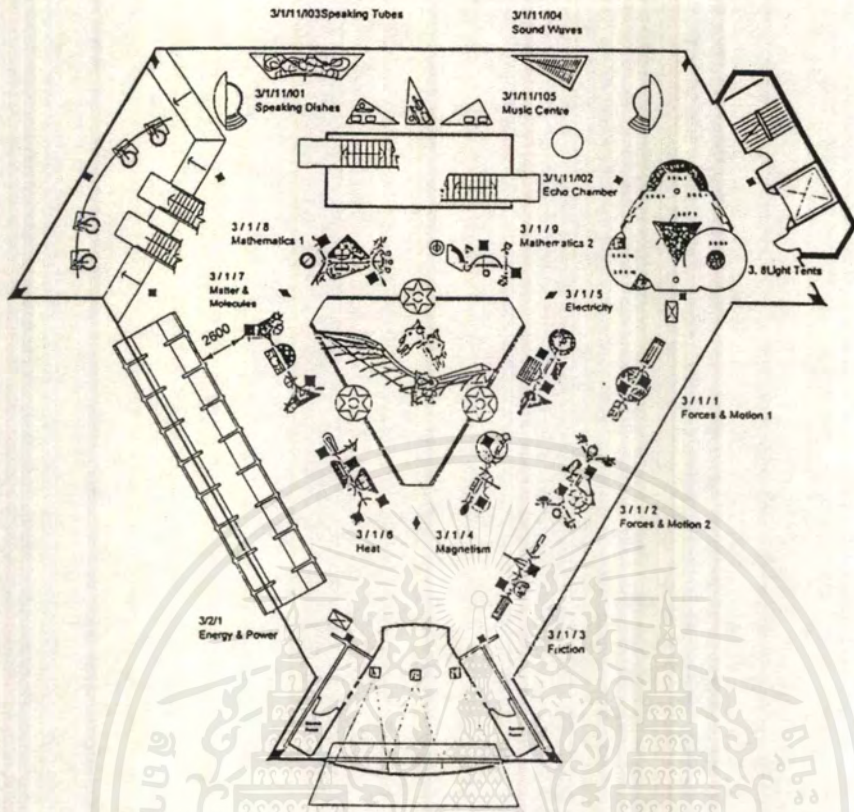
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชั้นที่ 2
รากฐานของวิทยาศาสตร์

- 2.1.1 ประวัตินักวิทยาศาสตร์
- 2.1.2 ASPIRING MAN
- 2.1.3 นักวิทยาศาสตร์เด่นของโลก
- 2.1.4 โลกที่เปราะบาง (MULTIMEDIA)
- 2.2.0 CHILDREN 'S DISCOVERY
WORLD
- 2.2.1 บรรยายสรุปและกิจกรรมเสริมการ
ศึกษา
- 2.2.2 ห้องฉาย MULTIMEDIA และสาริต

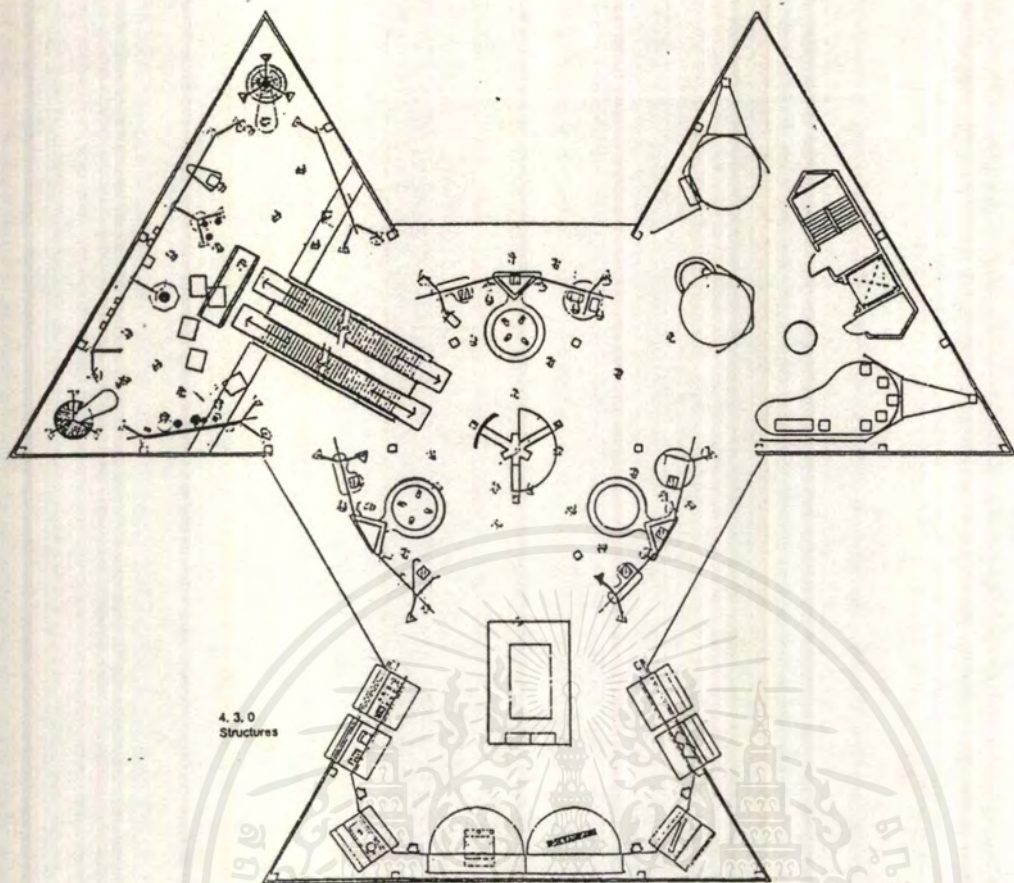
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชั้นที่ 3
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน และพลังงาน

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| 3.1.1 ส่วนแนะนำ | 3.1.8 เสียง |
| 3.1.2 แสงและการเคลื่อนที่ | 3.1.9 แสง |
| 3.1.3 แม่เหล็ก | 3.1.10 CD ROOM |
| 3.1.4 แรงเสียดทาน | 3.2.0 พลังงาน (ENERGY) |
| 3.1.5 ไฟฟ้า | กำลัง (POWER) |
| 3.1.6 ความร้อน | 3.2.1 AV PRESENTATION |
| 3.1.7 สสารและโครงสร้างโมเลกุล | 3.3.0 คณิตศาสตร์ |
| | 3.4.0 ASPIRING MAN |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



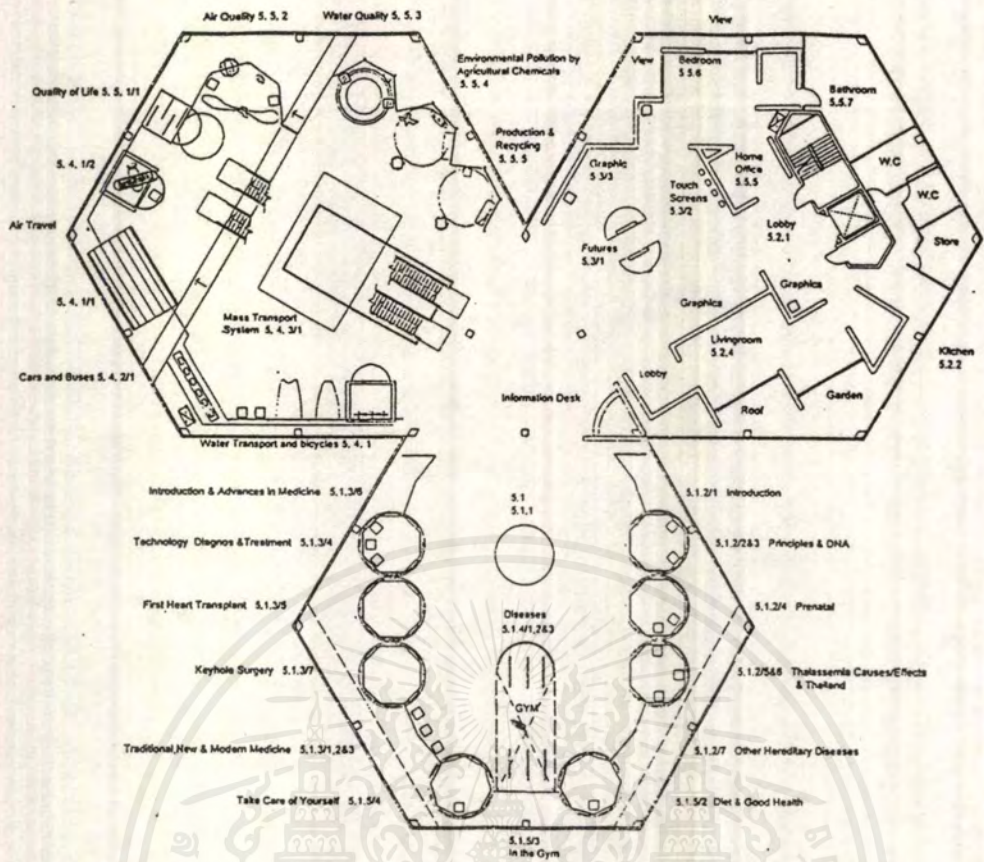
4.3.0 Structures

ชั้นที่ 4

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 4.1.0 สภาพแวดล้อมของไทย | 4.2.0 พัฒนาการของอุตสาหกรรม |
| 4.1.1 ภูมิศาสตร์ประเทศไทย | 4.3.0 พัฒนาการของอุตสาหกรรม |
| 4.1.2 ธรณีวิทยาประเทศไทย | 4.3.1 เทคโนโลยีอุตสาหกรรม |
| 4.1.3 นิเวศวิทยาประเทศไทย | 4.3.2 เทคโนโลยีการเกษตรกรรม |
| 4.2.0 โครงสร้าง | 4.3.3 MULTIMEDIA |
| 4.2.1 โครงสร้างอาคารและงานวิศวกรรม | 4.4.0 พลังงานของธรรมชาติ |
| 4.2.2 การออกแบบโครงสร้าง | 4.4.1 ปรัชญาการณัธรรมชาตินิโลก |
| 4.2.3 บริเวณจัดกิจกรรมสื่อความรู้ | 4.4.2 สภาวะภูมิอากาศ |
| 4.2.4 การก่อสร้างอาคารแบบพื้นบ้าน | 4.4.3 ธรรมชาติและผลกระทบต่อมนุษยชาติ |
| 4.2.5 การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

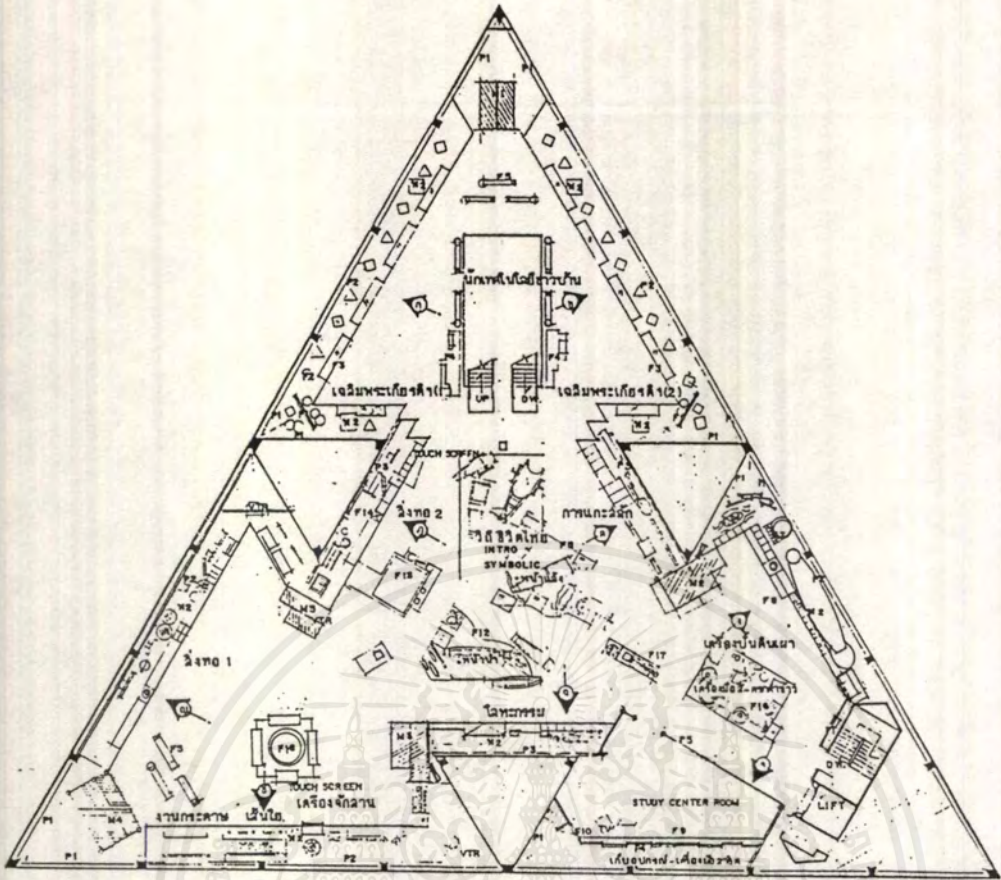


ชั้นที่ 5

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 5.1.0 เซลล์ ชีววิทยาและยา | 5.2.6 ห้องนอน |
| 5.1.1 ร่างกายของมนุษย์และเซลล์ | 5.2.7 ห้องน้ำ |
| 5.1.2 พันธุวิศวกรรม | 5.3.0 การคมนาคมขนส่ง |
| 5.1.3 จากเซลล์สู่สิ่งมีชีวิต | 5.3.1 จักรยานและการขนส่งทางน้ำ |
| 5.1.4 พัฒนาการทางการแพทย์ | 5.3.2 รถยนต์นั่งและรถโดยสาร |
| 5.1.5 วิทยาศาสตร์การแพทย์กับสังคม | 5.3.3 ระบบขนส่งมวลชน |
| 5.1.6 ชีวิตกับสุขภาพ | 5.3.4 การเดินทางทางอากาศ |
| 5.2.0 เทคโนโลยีในบ้านและที่ทำงาน | 5.4.0 คุณภาพชีวิต |
| 5.2.1 ห้องรับแขก | 5.4.1 ส่วนแนะนำ |
| 5.2.2 ห้องครัว | 5.4.2 คุณภาพอากาศ |
| 5.2.3 ส่วนให้ข้อมูล ภาพในอนาคต | 5.4.3 คุณภาพน้ำ |
| 5.2.4 ห้องนั่งเล่น | 5.4.4 การควบคุมแมลง สัตว์รบกวน |
| 5.2.5 HOME OFFICE | 5.4.5 มลพิษสิ่งแวดล้อม |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน 5.4.6 ศึกษาผลิตภัณฑ์และการนำมาใช้ใหม่ ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



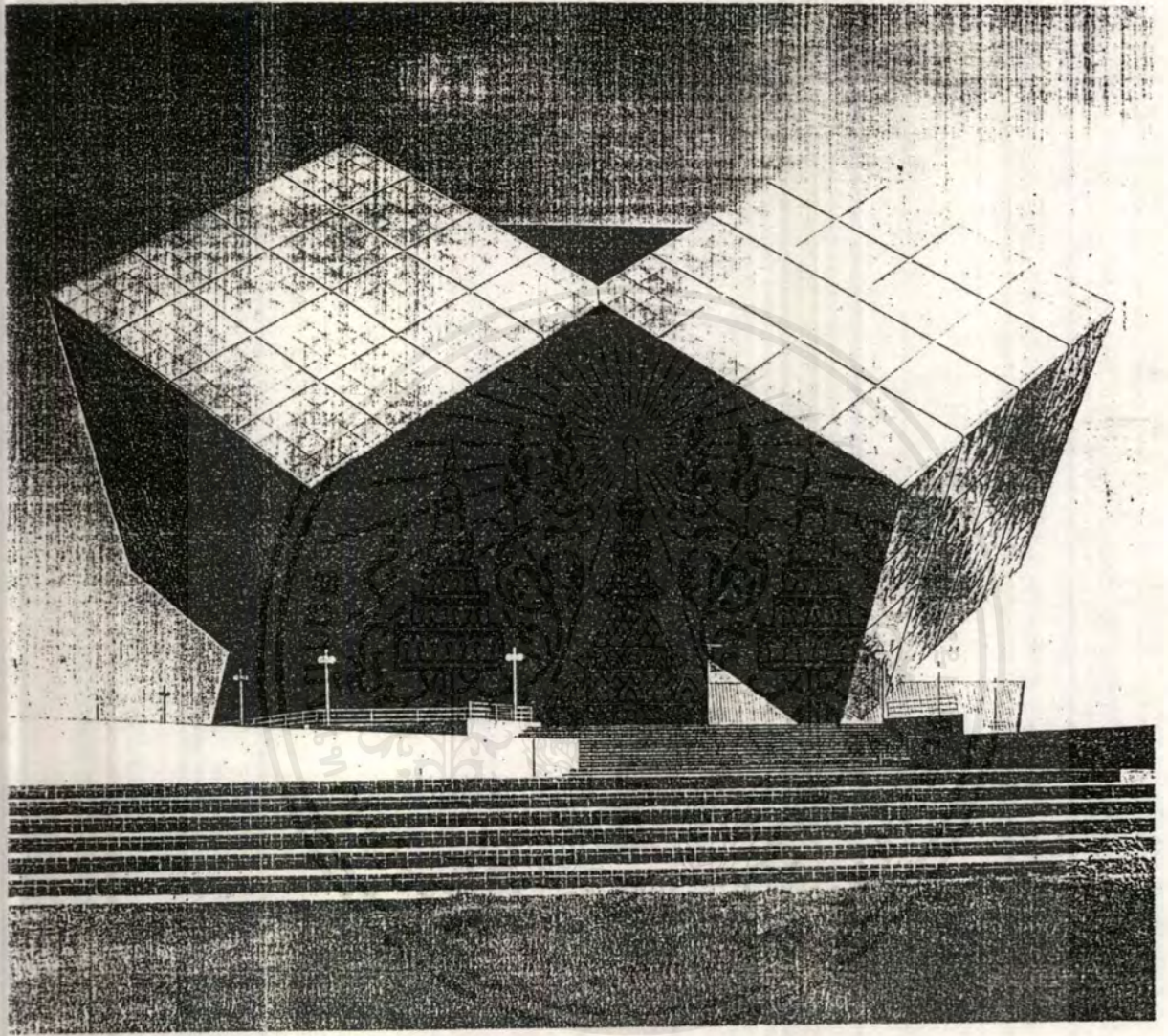
ชั้นที่ 6
นิทรรศการเทคโนโลยีพื้นบ้าน

- 6.1.0 ส่วนเทิดพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้า ฯ พระบรมราชินีนาถ
- 6.2.1 นักเทคโนโลยีชาวบ้าน
- 6.2.2 นิทรรศการวิถีชีวิตไทย
- 6.2.3 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการแกะสลัก
- 6.2.4 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครื่องปั้นดินเผา , ปูนปั้น
- 6.2.5 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโลหะกรรม
- 6.2.6 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครื่องจักรฐาน , เส้นใย , งานกระดาษ
- 6.2.7 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งทอ , เส้นใย , งานกระดาษ
- 6.2.8 ผลงานหัตถกรรมจากวัสดุต่าง ๆ
- 6.2.9 ส่วนสาธิตและกิจกรรมเสริมการศึกษา (STUDY CENTER ROOM)

ROBOT THEATRE

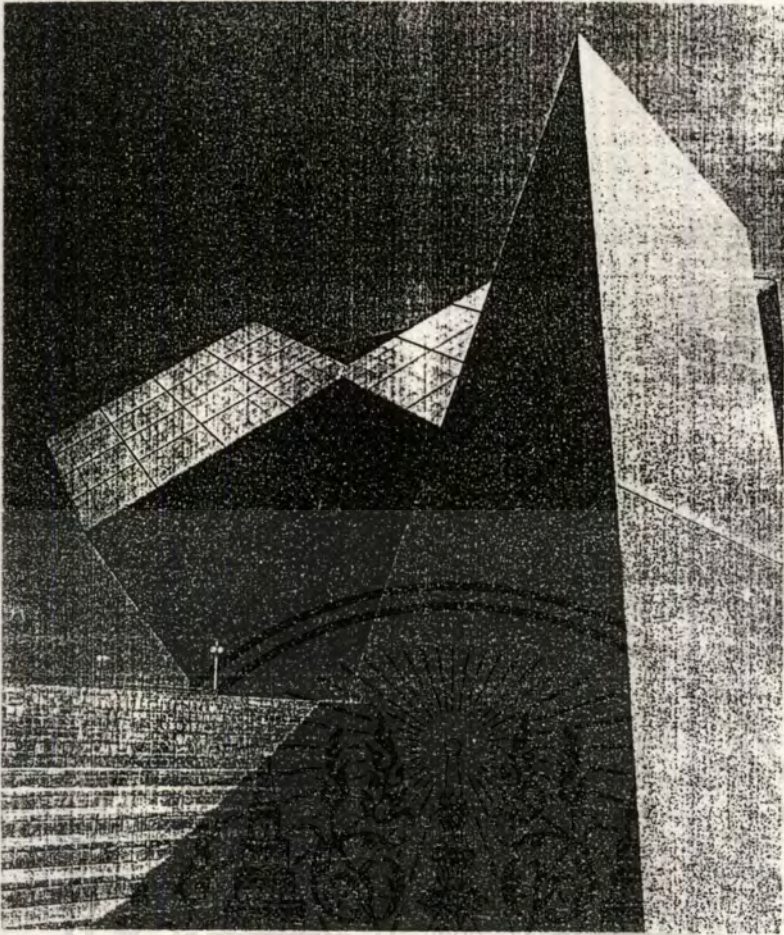
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ลักษณะบรรยากาศภายในและภายนอกพิพิธภัณฑ์ ฯ

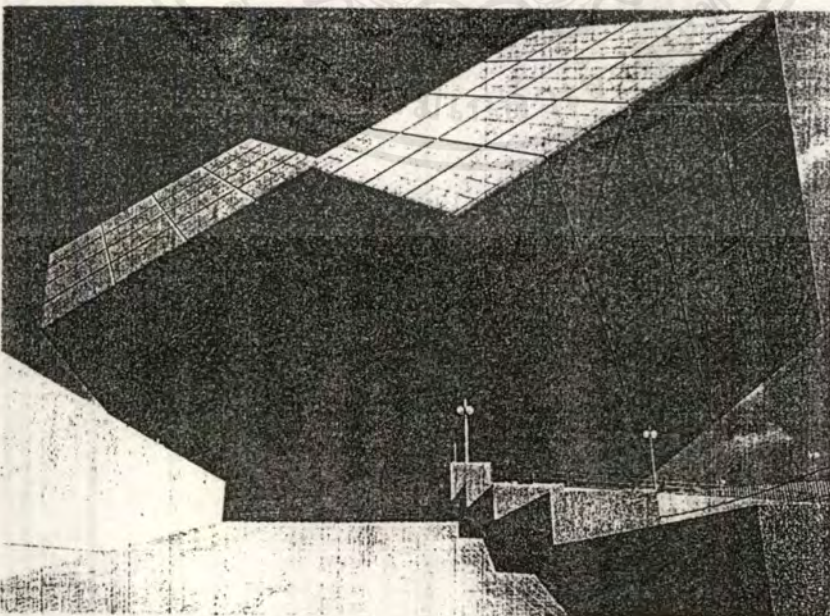


ภาพที่ 1 ทศนิยมภาพภายนอกบริเวณทางเข้าด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

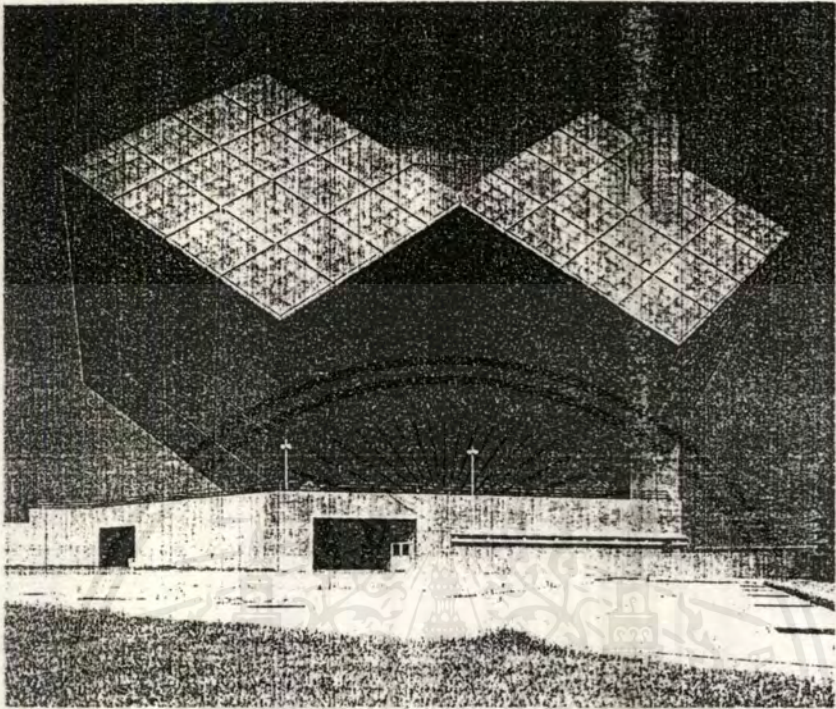


ภาพที่ 2 ทศนิยมภาพภายนอกบริเวณทางขึ้นด้านขวา

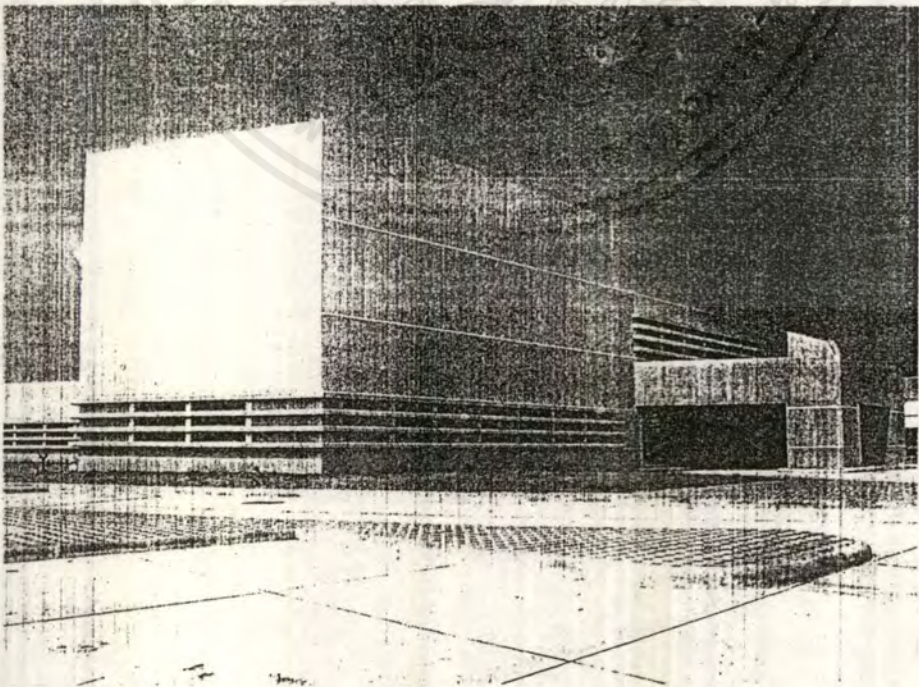


ภาพที่ 3 ทศนิยมภาพภายนอกบริเวณทางขึ้นด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

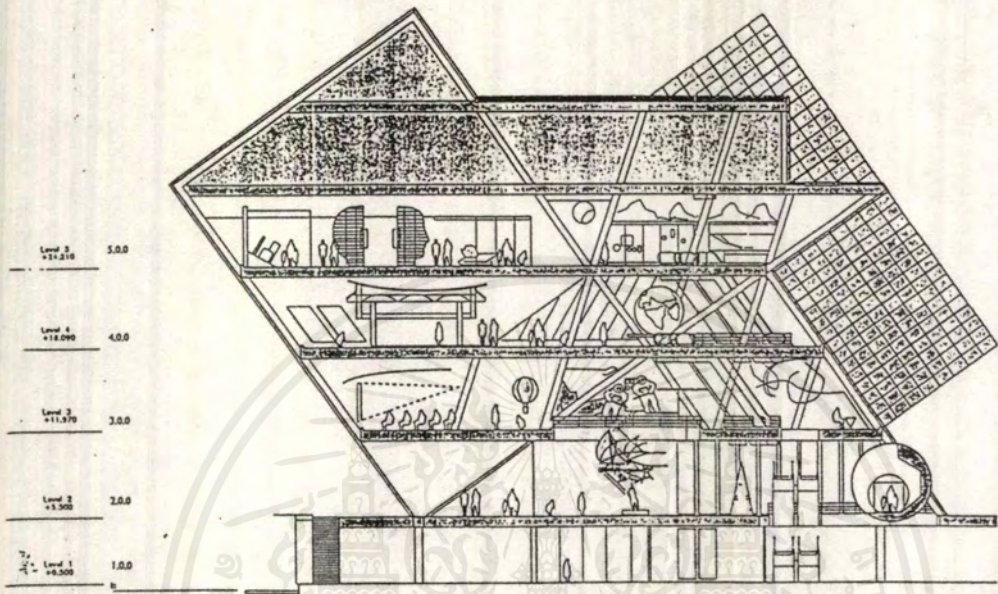


ภาพที่ 4 ทศนิยมภาพภายนอกทางด้านหลัง

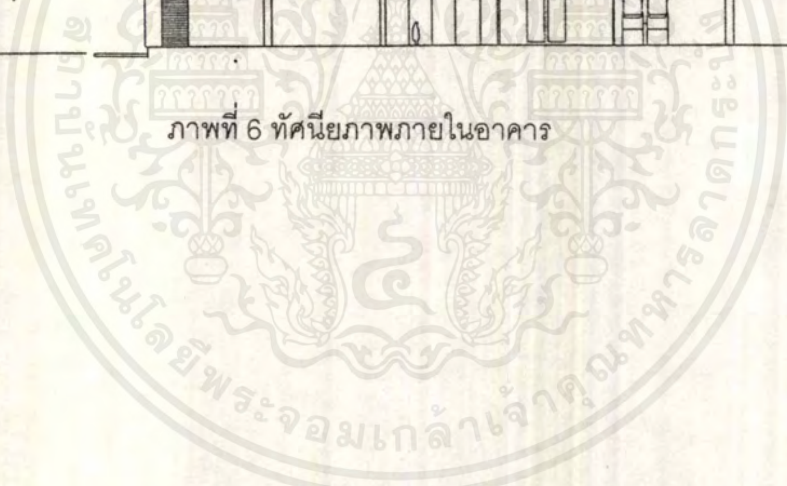


ภาพที่ 5 ทศนิยมภาพภายนอกที่ทำการพิธีภัณฑ์ ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

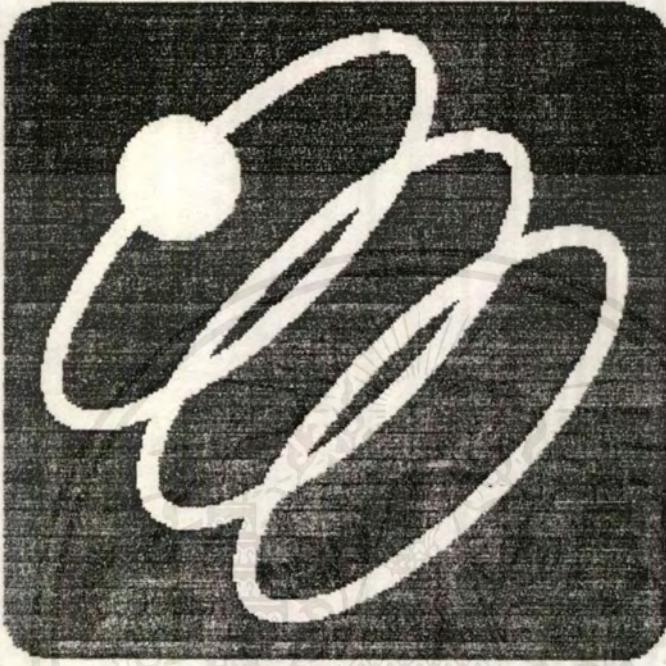


ภาพที่ 6 ทศนิยมภาพภายในอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวความคิดในการออกแบบสัญลักษณ์ของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ



NSM

แนวความคิดในการออกแบบสัญลักษณ์ของพิพิธภัณฑ์ฯ นำเอารูปแบบการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน แสดงถึงความไม่หยุดนิ่ง การเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา

ลักษณะวงแหวน 3 วงเอียง 45 องศา เสมือนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดการพัฒนา ค้นคว้าอย่างไม่หยุดนิ่ง นับแต่อดีตเชื่อมถึงปัจจุบันและล่องสู่นาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก

2.2.1 ความหมายของของที่ระลึก

ในปัจจุบัน "ของที่ระลึก" ได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เราเป็นอย่างมาก ดังจะสังเกตได้จากที่มีการมอบของที่ระลึกให้แก่กันนับตั้งแต่เกิด กระทั่งสิ้นสุดแห่งชีวิต เมื่อตายลงก็ยังมี การให้ของที่ระลึกกัน และยิ่งไปกว่านั้นหลังสิ้นชีวิตไปแล้ว ผู้ที่ยังมีชีวิตที่ยังระลึกถึงผู้ตายแล้วจัดกิจกรรมใดๆ ขึ้นในวันครบรอบวันตายในแต่ละปี ก็ยังอาจมีการแจกของที่ระลึกต่อไปอีกอย่างไม่รู้ที่สิ้นสุด

มนุษย์มีระบบสมองใช้บันทึกเรื่องราวเหตุการณ์ตลอดจนสิ่งต่างๆ ที่ได้สัมผัสรับรู้ในลักษณะของความทรงจำ การทับถมกันของประสบการณ์เหล่านั้น ย่อมก่อให้เกิดความสับสนปนเปยากแก่การลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป ความทรงจำในสิ่งนั้นอาจเกิดการลืมเลือนไปได้ในที่สุด มนุษย์จึงพยายามหาวิธีการกระตุ้นความทรงจำในเรื่องราวที่ได้เกี่ยวข้อง โดยการออกแบบสร้างสรรค์สื่อหรือสิ่งใดๆ ขึ้น เพื่อใช้เป็นตัวกระตุ้นจูงใจให้เกิดการระลึกเรื่องราวที่ได้เกี่ยวข้องอยู่เสมอๆ สื่อหรือสิ่งที่สร้างสรรค์ขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในการกระตุ้นเตือนหรือเน้นย้ำความทรงจำนั้นเรียกว่า "ของที่ระลึก"

ของที่ระลึกคืออะไร

การสรุปความหมายของคำว่า "ของที่ระลึก" ขึ้นแรกอาจทำได้โดยแยกหาความหมายของคำที่มาประกอบกันเสียก่อน "ของ" อาจหมายถึงสิ่ง "ที่ระลึก" อาจหมายถึงสิ่งที่ทำให้นึกถึงหรือคิดถึง (ราชบัณฑิตยสถาน 2525 ; 135 และ 686) ดังนั้น "ของที่ระลึก" อาจหมายถึง สิ่งที่ทำให้เกิดความคิดถึงหรือนึกถึง และจากแนวสรุปความหมายของคำเช่นนี้ อาจให้คำจำกัดความที่มีแนวความหมายในลักษณะคล้ายคลึงกันออกไปได้อีก

ของที่ระลึก อาจหมายถึง สิ่งต่างๆ ที่นำมาใช้เป็นตัวจูงใจ ให้เกิดความคิดถึงหรือนึกถึงเรื่องราวที่ได้เกี่ยวข้อง

ของที่ระลึก อาจหมายถึง สิ่งที่ใช้เป็นสื่อเพื่อหวังผลทางด้านความทรงจำ ให้สิ่งที่ผ่านมาในอดีตกลับกระจางชัดขึ้นในปัจจุบัน

ของที่ระลึก อาจหมายถึง สัญลักษณ์ แทนบุคคล เหตุการณ์ เรื่องราว ฯลฯ ที่ได้รับการออกแบบสร้างสรรค์ขึ้น เพื่อกระตุ้นหรือเน้นย้ำความทรงจำให้คิดถึงหรือนึกถึงอยู่เสมอในบุคคล เหตุการณ์ หรือเรื่องราว ฯลฯ นั้น

ของที่ระลึกเมื่อให้ออกาสที่ต่างกันอาจมีชื่อเรียกที่ต่างกันออกไป เช่น หากนำไปให้แก่ผู้ที่รักและนับถือ "ของกำนัล" หากนำสิ่งของให้แก่เจ้าของขวัญเมื่อเสร็จพิธีทำขวัญแล้วหรือให้กันในเวลาอื่น เป็นการถนอมขวัญเพื่ออัญญาศัยไมตรี เช่น วันปีใหม่ วันเกิด วันแต่งงาน เรียกว่า "ของ

ขวัญ" และหากให้ตอบแทนผู้มาช่วยงาน เช่น งานแต่งงานและงานศพ เรียกว่า "ของขำรวย" (ราชบัณฑิตยสถาน 2525 : 135 และ 270) และเรียก "ของแถมพก" เมื่อให้เพื่อเป็นสินน้ำใจ

การใช้เรียกชื่อใดๆ หรือให้ในโอกาสใดก็ตาม จุดหมายย่อยอาจแตกต่างกันไปตามวาระ และกำหนดนิยม แต่จุดหมายที่แท้จริงก็คือ เป็นการให้เพื่อกระตุ้นเตือนหรือย้ำความทรงจำ อันอยู่ในขอบเขตของ "ของที่ระลึก" นั้นเอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การจัดแบ่งประเภทของที่ระลึก

ผลิตภัณฑ์ที่ถูกกำหนดสร้างขึ้นไม่ว่าจะเป็นของบริโภค เครื่องใช้ไม้สอย เครื่องประดับหรือ วัสดุทางศิลปะ ย่อมมีความผูกพันกับความเชื่อ ศาสนา การเมือง วัฒนธรรม เศรษฐกิจและสังคม ฯลฯ ทำให้มีรูปแบบที่ผิดแผกแตกต่างกันออกไปอย่างมากมาย ซึ่งจุดประสงค์ในการสร้างก็แตกต่างกันออกไป และถ้าจะกำหนดแบ่งผลิตภัณฑ์เหล่านั้น เพื่อจัดประเภทในรูปลักษณะของที่ระลึก แล้วอาจสามารถกำหนดแบ่งได้ดังนี้

- 1.การกำหนดแบ่งจากจุดประสงค์ในการสร้าง
- 2.การกำหนดแบ่งจากวัสดุและเทคนิควิธีสร้าง
- 3.การกำหนดแบ่งจากรูปลักษณะที่ปรากฏ
- 4.การกำหนดแบ่งตามคุณค่าแห่งการนำไปใช้

1.การกำหนดแบ่งจากจุดประสงค์ในการสร้าง

1.1 รูปลักษณะของที่ระลึกที่สร้างขึ้นตามประเพณีนิยม ประเพณีนิยม คือ สืบเนื่องรูปแบบ และการจัดทำต่อกันมา โดยจุดประสงค์ของคนรุ่นก่อนอาจสร้างสิ่งนั้น เพื่อประโยชน์ใช้สอยเป็นจุดประสงค์หลัก แต่เมื่อสภาวะประกอบหลายอย่างเกิดความเปลี่ยนแปลง จุดประสงค์ในการสร้างของคนรุ่นต่อๆ มา อาจเปลี่ยนเป็นสร้างเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของนักท่องเที่ยว

1.2 รูปลักษณะของที่ระลึกที่สร้างขึ้นตามสมัยนิยม เป็นรูปแบบซึ่งอาจถูกแปลค่ามาจาก เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ความนิยมในสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือเรื่องราวใดเรื่องราวหนึ่งออกมาเป็นรูปแบบ หรือสัญลักษณ์ของเหตุการณ์ หรือสิ่งที่ปรากฏในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งเป็นที่นิยมในกลุ่มชนกลุ่มหนึ่ง และอาจแพร่ไปยังอีกกลุ่มชนหนึ่ง จากนั้นก็เสื่อมความนิยมไปหรือร่วมกับมีรูปแบบของสิ่งใหม่เข้ามาแทนที่หมุนเวียนเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา

1.3 รูปลักษณะของที่ระลึกที่สร้างขึ้นเฉพาะ ของบริโภค เครื่องใช้ไม้สอย เครื่องประดับ หรือวัสดุทางศิลปะที่สร้างขึ้นเฉพาะนี้ จะถูกสร้างขึ้นเพื่อจุดมุ่งหมายให้เป็น "ของที่ระลึก" โดยตรง ซึ่งรูปแบบอาจได้รับการออกแบบสร้างเพื่อเฉพาะบุคคล เฉพาะเหตุการณ์ เฉพาะสถานที่ เฉพาะงาน ฯลฯ เช่น

การสร้างของที่ระลึกประเภทเฉพาะบุคคล อาจเป็นรูป โล่ เหรียญ ถ้วย ฯลฯ

การสร้างของที่ระลึกรูปแบบเฉพาะงาน เป็นการสร้างเฉพาะเพื่อให้ แจก แลก ซื่อ

ขายในงานนั้นโดยตรง

การสร้างของที่ระลึกรูปแบบเฉพาะเหตุการณ์ สภาพหรือสิ่งที่ปรากฏขึ้นเป็นเหตุการณ์ อาจเป็นเหตุการณ์ที่ดี ที่ร้ายแรง ที่เป็นตำนาน เป็นประวัติศาสตร์ ฯลฯ

รูปแบบเฉพาะสถานที่ เป็นรูปแบบเฉพาะของท้องถิ่นแต่ละที่ ที่อาจถูกสร้างขึ้นจากวัสดุที่มีเฉพาะในท้องถิ่นๆ ด้วยเทคนิควิธีที่สร้างสืบทอดกันมาในท้องถิ่นนับชั่วอายุคน ไม่มีในที่อื่นหรือที่อื่นไม่สามารถลอกเลียน

2 การกำหนดแบ่งจากวัสดุและวิธีการสร้าง

การกำหนดแบ่งของที่ระลึกโดยกำหนดยึดความแตกต่างของวัสดุที่นำมาสร้าง หรือวัสดุชนิดเดียวกัน แต่อาจสร้างเป็นรูปลักษณะขึ้นด้วยเทคนิควิธีการที่ต่างกัน อาจกำหนดแบ่งออกได้ดังนี้

2.1 ของที่ระลึกที่สร้างหรือดัดแปลงขึ้นจากวัสดุธรรมชาติ ของที่ระลึกประเภทนี้อาจนำเอาวัสดุในธรรมชาติมาเสริม เติม แต่ง ประกอบต่อ ดัดแปลง เป็นเครื่องใช้ไม้สอย เครื่องประดับ หรือวัตถุทางศิลปะ ซึ่งบางลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้นจากธรรมชาตินี้ยังคงรูปแบบของธรรมชาติเดิม อาจแต่งต่อเติมบ้างเพียงเล็กน้อย เช่น งานเปลือกหอย งานดอกไม้แห้ง ผลิตภัณฑ์จากกะลามะพร้าว

2.2 ของที่ระลึกที่สร้างขึ้นจากวัสดุสังเคราะห์ วัสดุสังเคราะห์แต่ละชนิด แต่ละประเภทที่มนุษย์ค้นพบและรู้จักนำมาใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดรูปแบบผลผลิต ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุแต่ละชนิดนั้นต่างกัน เมื่อนำมาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ก็จะได้รูปลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมือนกัน และกรรมวิธีหรือเทคนิคในการสร้างก็ต่างกัน ผลิตภัณฑ์จากวัสดุต่างๆ เมื่อสร้างขึ้นก็ถูกจัดแบ่งและเรียกต่างกันตามวัสดุที่สร้าง เช่น เครื่องแก้ว เครื่องทอง พลาสติก โลหะ ฯลฯ

2.3 ของที่ระลึกที่สร้างขึ้นจากเศษวัสดุ เศษวัสดุอาจเป็นวัสดุจากธรรมชาติหรือวัสดุสังเคราะห์ที่ถูกนำมาใช้งานเหลือหรือเกิน ความเป็นช่างหรือนักประดิษฐ์สร้างสรรค์ผลงานที่ถูกสร้างขึ้นเหล่านี้ส่วนมากถูกนำมาใช้เป็นของที่ระลึกเพื่อประโยชน์ในการประดับตกแต่งมากกว่าอย่างอื่น

3 การกำหนดแบ่งจากรูปลักษณะที่ปรากฏ

เป็นการกำหนดแบ่งจากรูปลักษณะที่พบเห็นอยู่โดยทั่วไป แล้วนำมาแยกแบ่งกลุ่มกำหนดประเภทให้ชัดเจนลงไป โดยกำหนดจากรูปลักษณะเป็นเกณฑ์หลักซึ่งแบ่งได้ดังนี้

3.1 รูปลักษณะตัวอักษร เป็นการนำตัวอักษรหรือคำเต็มชื่อบุคคล สถานที่ ฯลฯ มาจัดทำเป็นของที่ระลึก เช่น การนำชื่อเล่นของบุคคลมาฉลุด้วยหนังเป็นพวงกุญแจ การนำอักษรย่อมาทำเป็นโล่ ธง เหรียญ ฯลฯ.

- 3.2 รูปลักษณะเรขาคณิต เป็นการนำเอารูปและลวดลายทางเรขาคณิต มาสร้างเป็นสื่อสัญลักษณ์ในรูปแบบของสิ่งต่างๆ
- 3.3 รูปลักษณะตามลัทธิความเชื่อ เป็นการนำเอาสมมติเทพ เทวรูป รูปสัตว์ในวรรณคดี หรือสิ่งบูชาอื่นๆ มาสร้างเป็นของที่ระลึก
- 3.4 รูปลักษณะตามธรรมชาติ เป็นการนำเอาสิ่งที่มีหรือสิ่งที่เกิดตามธรรมชาติ นำมาทำเป็นรูปแบบของที่ระลึก ซึ่งอาจเป็นรูปแบบของคน สัตว์ ทิวทัศน์ โลก จักรวาล ฯลฯ
- 3.5 รูปลักษณะผลผลิตและเครื่องมือเครื่องใช้ เป็นการนำเอาผลิตภัณฑ์สินค้าประเภทต่างๆ ทั้งที่เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ เครื่องประดับ ของบริโภค มาจัดทำให้อยู่ในลักษณะของที่ระลึก
- 3.6 รูปลักษณะอิสระ เป็นรูปลักษณะที่สร้างขึ้นมาด้วยความคิดและจินตนาการ ที่ไม่ติดกับรูปแบบธรรมชาติหรือรูปแบบใดๆ เป็นการสร้างสรรค์ถ่ายทอดให้เห็นถึงความรู้สึกนึกคิดอย่างอิสระในทางด้านรูปแบบ

4 การกำหนดแบ่งตามคุณค่าแห่งการนำไปใช้

การจัดแบ่งประเภทของที่ระลึกในลักษณะนี้ เป็นการจัดแบ่งโดยถือเอาเป้าหมายการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้เป็นสำคัญ

- 4.1 ของที่ระลึกประเภทของบริโภค เช่น อาหาร ขนม ฯลฯ
 - 4.2 ของที่ระลึกประเภทประโยชน์ใช้สอย เช่น เครื่องใช้ในครัวเรือน
 - 4.3 ของที่ระลึกประเภทประโยชน์ตกแต่ง เช่น แจกัน ตุ๊กตาตั้งโชว์
- ของที่ระลึกประเภทวัตถุทางศิลปะ เช่น ภาพวาด รูปปั้นต่างๆ

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ ฯ

2.3.1 ข้อมูลด้านสถิติผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ ฯ

เนื่องจากพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติยังไม่เปิดดำเนินงาน ข้อมูลทางสถิติผู้เข้าชมซึ่งเป็นประโยชน์ในการออกแบบ จึงต้องอาศัยสถิติผู้เข้าชมของศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งและลักษณะการจัดแสดงนิทรรศการใกล้เคียงกัน

สถิติผู้เข้าชมศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ.2522-2540

ปี	ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา			ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ		
	เด็ก	ผู้ใหญ่	รวม	เด็ก	ผู้ใหญ่	รวม
2522	209,447	40,570	250,017	99,930	18,558	118,488
2523	274,798	53,732	328,530	194,182	34,773	228,955
2524	191,517	42,160	233,677	159,840	40,189	200,029
2525	241,273	70,539	311,812	195,467	56,468	251,935
2526	178,013	40,086	218,099	165,354	43,458	208,812
2527	253,617	44,503	298,120	166,312	48,318	214,630
2528	232,520	69,545	302,065	174,109	57,447	231,556
2529	267,385	62,243	329,628	198,641	62,955	261,596
2530	332,506	47,645	380,151	132,279	37,940	170,219
2531	252,774	19,676	272,450	132,898	30,711	163,609
2532	220,280	68,344	288,624	123,168	32,979	156,147
2533	305,522	29,888	355,410	145,339	31,660	176,999
2534	207,267	57,678	264,945	111,564	33,502	145,066
2535	152,739	41,490	194,229	54,860	26,546	81,406
2536	145,705	34,939	180,644	134,646	34,075	168,721
2537	280,461	67,368	374,829	273,624	82,409	356,033
2538	189,878	59,227	249,105	172,497	60,727	233,224
2539	137,750	61,223	198,973	110,405	41,430	151,835
2540	164,060	56,236	220,296	101,252	41,070	142,322
รวม	4,237,512	967,092	5,204,604	2,846,367	815,215	3,661,582
เปอร์เซ็นต์	81.42%	18.58%	100%	77.74%	22.26%	100%

58.70%

41.30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ ฯ แบ่งกลุ่มได้ดังนี้

1 ประชาชนทั่วไป โดยที่อาจอาศัยอยู่ในจังหวัดที่ตั้งโครงการ และจังหวัดใกล้เคียงซึ่งนิยมเข้าชมในวันหยุดสุดสัปดาห์หรือวันหยุดงาน อาจจะไม่มีความรู้เป็นภูมิหลังเกี่ยวกับเรื่องที่จัดแสดง ความต้องการของประชาชนกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ต้องการความเพลิดเพลินมากกว่าจะศึกษาหาความรู้

2 นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างประเทศ ที่เดินทางมาจังหวัดที่ตั้งโครงการ และจังหวัดใกล้เคียง ความสนใจจะมีมากกว่าประชาชนทั่วไป และจะเป็นประเภทที่เข้าชมเพียงครั้งเดียวแล้วจากไป

3 นักวิชาการและผู้ที่สนใจเป็นพิเศษ บุคลากรของสถาบันที่เกี่ยวข้องทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มนี้จะมิได้อยู่ไม่มาก เป็นกลุ่มที่ต้องการศึกษาเปรียบเทียบหาข้อมูลเกี่ยวกับวิชาการ อุปกรณ์ที่ใช้ในนิทรรศการ เพื่อการศึกษาและวิจัย

4 นักเรียน นักศึกษา ที่อยู่ในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษาที่ตั้งอยู่ในจังหวัดของโครงการและจังหวัดใกล้เคียง ซึ่งเป็นกลุ่มผู้เข้าชมที่มีสัดส่วนการเข้าชมมากกว่ากลุ่มอื่น เพราะจุดมุ่งหมายคือต้องการเรียนรู้และศึกษา ตรงตามวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์ ฯ การจัดแสดงที่มีการอธิบายจึงมีประโยชน์มากสำหรับกลุ่มนี้

โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ

1 ระดับเด็ก (5-12 ปี) สนใจรูปแบบนิทรรศการที่แสดงเป็นเรื่องราวที่ง่ายต่อการเข้าใจ มีสิ่งจูงใจต่าง ๆ เพื่อปลุกฝังด้านการเรียนรู้เป็นส่วนใหญ่ โดยอาศัยจิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็กเป็นสำคัญ

2 ระดับเยาวชน (13-20 ปี) ผู้เข้าชมส่วนมากเป็นคนหนุ่มสาว คนเหล่านี้มักมีอารมณ์เพื่อฝัน มีความรัก ความสวยงาม ฉะนั้นจึงมักชอบดูเพื่อความสวยงามหรือเพื่อให้เกิดอารมณ์โรแมนติก บรรยากาศการจัดแสดงจึงต้องเหมือนของจริงมากที่สุด เช่น การจัด DIORAMA คือการจัดแสดงในตู้ที่จำลองเรื่องราวจริง ๆ เป็นต้น

3 ระดับทั่วไป (21 ปีขึ้นไป) ลักษณะการจัดแสดงไม่ต้องคำนึงถึงความพิถีพิถันด้านความงามมากนัก เพียงแต่ให้เห็นวัตถุที่จัดแสดงต่าง ๆ จัดไว้เป็นระเบียบ สะดวกแก่การค้นคว้าเพียงพอ เพราะกลุ่มนี้จะมุ่งด้านการศึกษาค้นคว้ามากกว่าสิ่งอื่น จะมีการจัดห้องอีกต่างหากไว้เป็นสัดส่วนเฉพาะ

พฤติกรรมของผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

- 1 การชมอย่างใกล้ชิด เนื่องจากเนื้อหาในการจัดแสดงเป็นเนื้อหาทางวิชาการผู้ชมต้องการรู้เรื่องการจัดแสดง ไม่เหมือนการจัดแสดงนิทรรศการทางศิลปะ ซึ่งต้องการมุมมองหรือระยะห่างเพื่อชื่นชมงาน
- 2 การสัมผัส การจัดนิทรรศการโดยใช้อิเล็กทรอนิกส์ในการจัด หรือการทดลองจำเป็นต้องมีการสัมผัส เช่น กดปุ่ม หมุน ทดลอง การแสดงนิทรรศการนั้นจึงจะสมบูรณ์ได้เนื้อหาตามจุดประสงค์โดยอาศัยประสาทสัมผัสจากอุปกรณ์เทคนิคเหล่านั้น นอกจากการชมเพียงอย่างเดียว
- 3 การเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการแสดง การแสดงขนาดใหญ่ที่เป็นขบวนการทดลอง ผู้ชมอาจเข้าไปอยู่ในเหตุการณ์นั้นๆ เช่น การขับรถ การปั่นจักรยานเพื่อการทดลอง การเปลี่ยนแปลงพลังงาน หรือDIORAMA ขนาดใหญ่ที่เดินเข้าไปชมได้

การจัดแสดงสำหรับเด็กหรือเยาวชน นิยมให้เด็กได้ใช้ประสาทสัมผัสหลายๆ อย่างมิใช่ให้ดูอย่างเดียว เมื่อพิจารณาตามความต้องการทางจิตวิทยา เด็กซึ่งไม่อยู่นิ่งโดยการชมเพียงอย่างเดียว เด็กอยากรู้อยากเห็น อยากทดลอง อยากจับต้อง สัมผัสให้รู้จริง ถ้ายังมีเสียงดังจะยิ่งตื่นเต้น ดังนั้น การจัดแสดงพิพิธภัณฑ์สำหรับเด็ก จึงต้องใช้การแสดงที่มีการเคลื่อนไหว สัมผัสด้วยมือ ได้ยินด้วยเสียง หรืออาจได้กลิ่นด้วยซึ่งจำเป็นต้องอาศัยสื่อที่สนับสนุนการช่วย เด็กจึงจะใกล้ชิดกับสิ่งที่แสดงมากกว่า

การแสดงผลนิทรรศการภายในพิพิธภัณฑ์แบ่งเป็นลำดับพื้นฐานได้ดังนี้

-การแสดงผลนิทรรศการแบบถาวร (THE PERMANENT EXHIBITION) เป็นการจัดแสดงแบบถาวร ซึ่งมีห้องโถงสำหรับแสดงเรื่องราวอย่างสมบูรณ์ เป็นฉาก หรือตอนของเรื่องนั้นๆ

-การแสดงผลนิทรรศการเชิงเปรียบเทียบ (THE COMPARATIVE EXHIBITION) เป็นการจัดแสดงเปรียบเทียบที่เปิดโอกาสให้ แม้แต่เด็กอายุน้อยที่สุดได้เข้าทำการพิสูจน์และทดลองได้ด้วยตัวเอง ซึ่งมีการแสดงเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ เช่น ชากพืช ชากสัตว์ ที่กลายเป็นหิน พืชชนกบ้าง

-การแสดงผลโดยใช้สื่อที่สนับสนุนการ (AUDIO 3 VISUAL AIDS) เป็นการใช้กระดานทดสอบเขาวงกตของเด็กในการถามตอบปัญหาต่างๆ เพื่อการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้ปุ่มบังคับ ซึ่งสร้างความสนใจของเด็ก

-การแสดงผลนิทรรศการหมุนเวียน (THE CONTEMPORARY EXHIBITION) มีการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ เพื่อให้ทันต่อเหตุการณ์ซึ่งอันนี้จะเป็นจุดดึงดูดให้ผู้ชมกลับมาอีกครั้ง

-การแสดงผลนิทรรศการทดลอง (THE EXPERIMENTAL EXHIBITION) เป็นการจัดแสดงผลนิทรรศการทดลองที่ไม่ซ้ำกัน

ลักษณะความต้องการ ความสนใจและความสามารถของเด็กวัย 5-12 ปี

1 เด็กวัย 5-12 ปี เป็นเด็กที่กำลังแคล่วคล่องว่องไวมาก กิจกรรมอะไรก็ตามที่เด็กต้องใช้ความคิดก็ดี หรือใช้กำลังร่างกายก็ดี จะเป็นที่น่าสนใจทั้งนั้น

ลักษณะของเด็กที่เป็นเช่นนี้ เพราะธรรมชาติต้องการให้เด็กได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ โดยแท้เด็กจึงมีลักษณะคล่องแคล่วมาก เรื่องอะไร ๆ ที่ทำให้เด็กสนใจได้ง่ายเมื่อเด็กสนใจแล้วก็จะได้เรียนรู้ในสิ่งนั้น โดยเหตุที่ลักษณะของเด็กเป็นเช่นนี้ เราจึงต้องให้เขาเรียนทั้งด้านการใช้ความคิดและด้านการกระทำ เขาจึงจะได้รับประสบการณ์จากการเรียนนั้น ฉะนั้นการเรียนรู้โดยให้เด็กนั่งเรียนเฉย ๆ และเรียนแต่การท่องจำ ไม่เป็นสิ่งที่เด็กต้องการ เป็นการเรียนที่ฝืนธรรมชาติของเด็ก การเรียนการสอนสมัยใหม่จึงจัดให้เป็นธรรมชาติของเด็กมากที่สุด ไม่บังคับให้เด็กเล่น แต่กลับส่งเสริมให้เด็กได้เล่นเครื่องเล่นและใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ให้มาก การที่เด็กได้เล่นสนุกเช่นนี้ จะช่วยทำให้เด็กเรียนรู้ได้ดีขึ้น

2 เด็กวัยนี้สนใจต่อคนและสิ่งที่อยู่ใกล้ ๆ เช่น สัตว์ รถไฟ คนดับเพลิง ตำรวจ ฯลฯ เราควรจัดให้เด็กได้เรียนรู้ในเรื่องที่เขาสนใจเหล่านี้ก่อน เขาจะเรียนได้ง่ายและเร็ว ฉะนั้นจึงต้องสังเกตว่าเด็กมีความสนใจร่วมกันในเรื่องใดบ้าง

3 เด็กวัยนี้สนใจการกระทำที่สำเร็จง่าย ๆ ธรรมชาติของเด็กข้อนี้นับว่ามีประโยชน์มาก เพราะทำให้ทราบว่าเด็กมีความสนใจอยู่ในสิ่งหนึ่งสิ่งใดไม่มากนัก ไม่ควรให้เรียนรู้อย่างรวดเร็วครั้งค่างานจนเกินไป

4 เด็กวัยนี้จะแปลความหมายของสิ่งต่าง ๆ ด้วยประสบการณ์ของเขาเสมอ ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะเด็กยังมีความคิดเห็นต่าง ๆ ไม่กว้างขวางเหมือนผู้ใหญ่ เพื่อให้การสอนเป็นไปตามธรรมชาติ เราจึงจำต้องให้เด็กได้กิจกรรมต่าง ๆ จนเกิดมีประสบการณ์ขึ้นพอที่จะใช้แปลความหมายของสิ่งต่าง ๆ ได้ ดังนั้นเราจึงควรสอนให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยการกระทำ

5 เด็กวัยนี้ชอบการค้นคว้าหรือการสำรวจด้วยตนเอง เราควรใช้ธรรมชาติของเด็กด้านนี้ให้เป็นประโยชน์ โดยให้เด็กได้ค้นคว้าหรือสำรวจตนเอง ส่งเสริมการค้นคว้าและการสำรวจในการเรียนและการทำงาน ให้เหมาะสมกับความสามารถของเด็ก

6 เด็กวัยนี้ชอบอ่านหนังสือเรื่องสัตว์ นก ธรรมชาติ และนิทาน เราควรให้เด็กอ่านหนังสือเหล่านี้ประกอบการเรียน ถ้านักเรียนได้อ่านหนังสือที่เหมาะสม เด็กจะอ่านด้วยความตั้งใจ

7 เด็กวัยนี้ชอบการขีดเขียนและการระบายสี เราควรใช้ธรรมชาติเช่นนี้เป็นประโยชน์แก่การเรียนรู้ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เด็กอาจเขียนรูปสัตว์ รูปเครื่องมือ รูปการทดลองต่าง ๆ และให้ระบายสีด้วยดินสอหรือด้วยสีอื่น ๆ ตามที่ต้องการ

8 เด็กวัยนี้สนใจสิ่งที่เคลื่อนที่ได้ เช่น ของเล่น รถไฟ รถเมล์ เรือบิน ฯลฯ ควรหาโอกาสส่งเสริมความสนใจเช่นนี้ให้มากขึ้นโดยให้เด็กทราบถึงสาเหตุที่วัตถุต่าง ๆ เคลื่อนที่ไปได้ โดยให้เด็กศึกษาจากของเล่นของเด็กก่อนเพื่อจะได้ทราบว่ามันเคลื่อนที่ไปได้ได้อย่างไร

9 เด็กวัยนี้ชอบจะทำกิจกรรมแก้ปัญหาในระดับของเขา เด็ก ๆ มีปัญหา ของเขา อยู่โดยเฉพาะ เขาจึงควรมีโอกาสได้แก้ปัญหาของเขาเองบ้าง ถ้าผู้ใหญ่ไปช่วยแก้ปัญหานั้นเสียหมด ในที่สุดเด็กอาจจะทำอะไรไม่เป็น

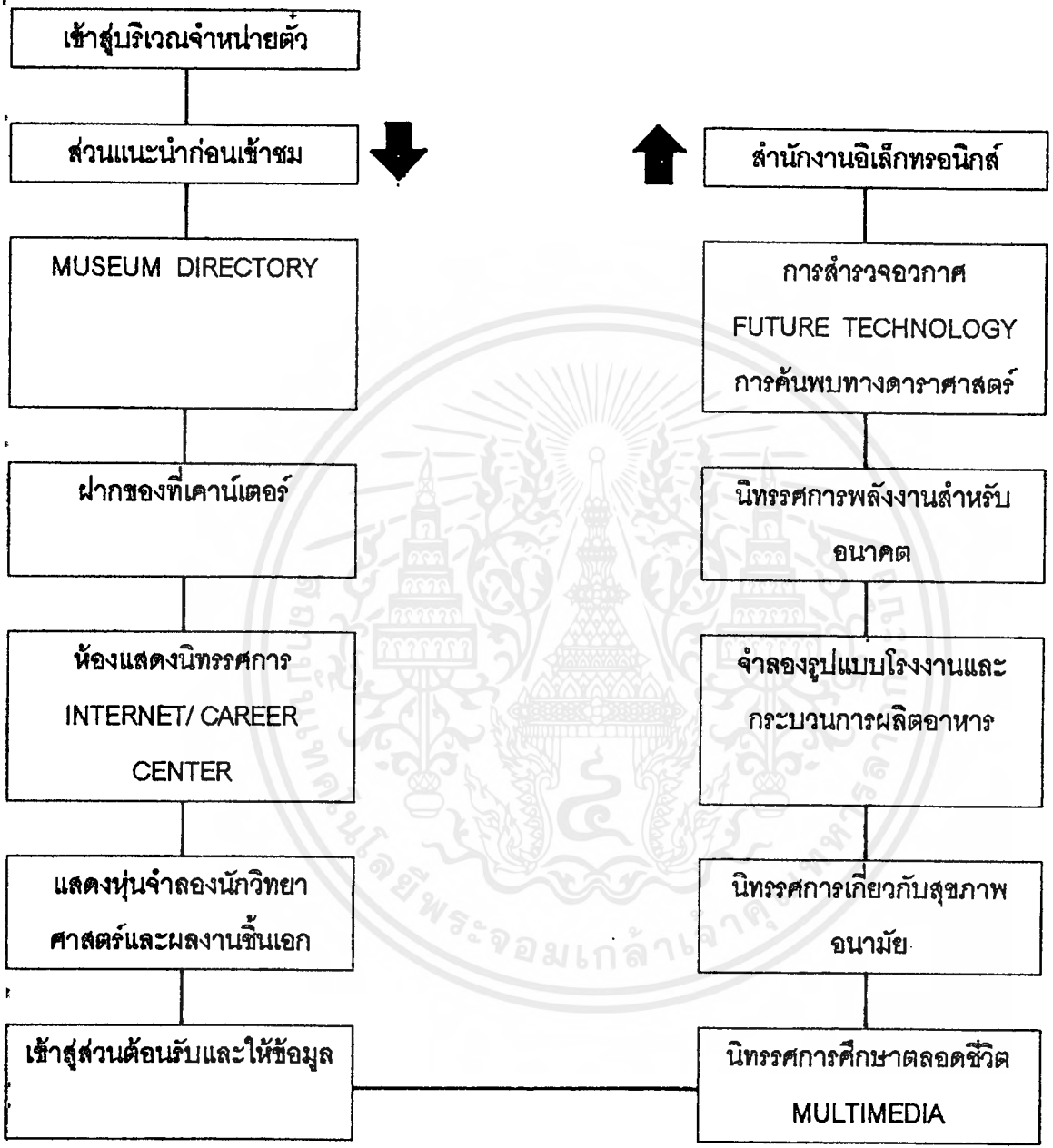
10 เด็กวัยนี้ชอบสะสมสิ่งของเพื่อเป็นเจ้าของ คุณสมบัติอันนี้ อาจจะนำมาใช้ ประโยชน์ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เช่น ให้เด็กรู้จักเก็บสะสมวัตถุและอุปกรณ์การ เรียนวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ไว้เป็นสมบัติของตนหรือ ของชั้นหรือของโรงเรียนเป็นส่วนรวม

11 เด็กวัยนี้ชอบฟังวิทยุและอ่านการ์ตูนตลก คุณสมบัติข้อนี้ก็อาจนำมาใช้เป็น ประโยชน์ในการเรียนรู้อันของเด็ก เช่น จัดโปรแกรมวิทยุพิเศษให้เด็กฟัง



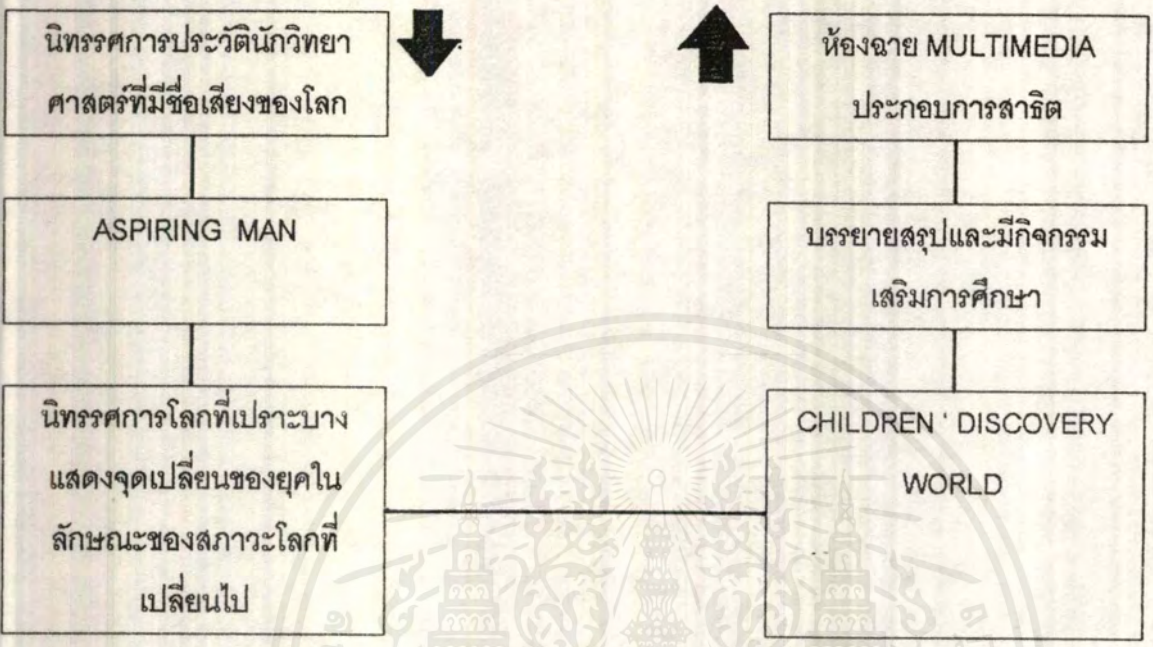
2. มังแสดงพฤติกรรมกรรมการเข้าชมพิพิธภัณฑ์การภายในอาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

ขั้นที่ 1
ทางเข้า ส่วนต้อนรับ และแนะนำผู้ชม

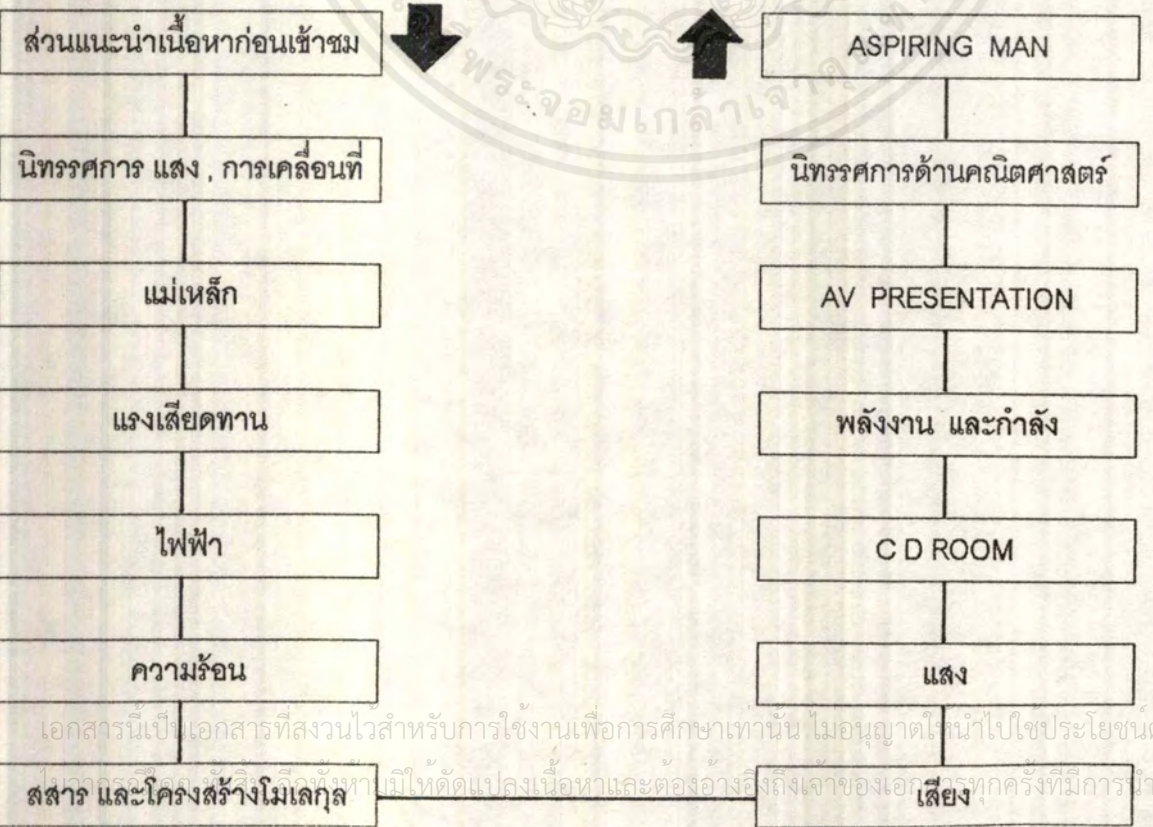


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับที่ 2
รากฐานของวิทยาศาสตร์



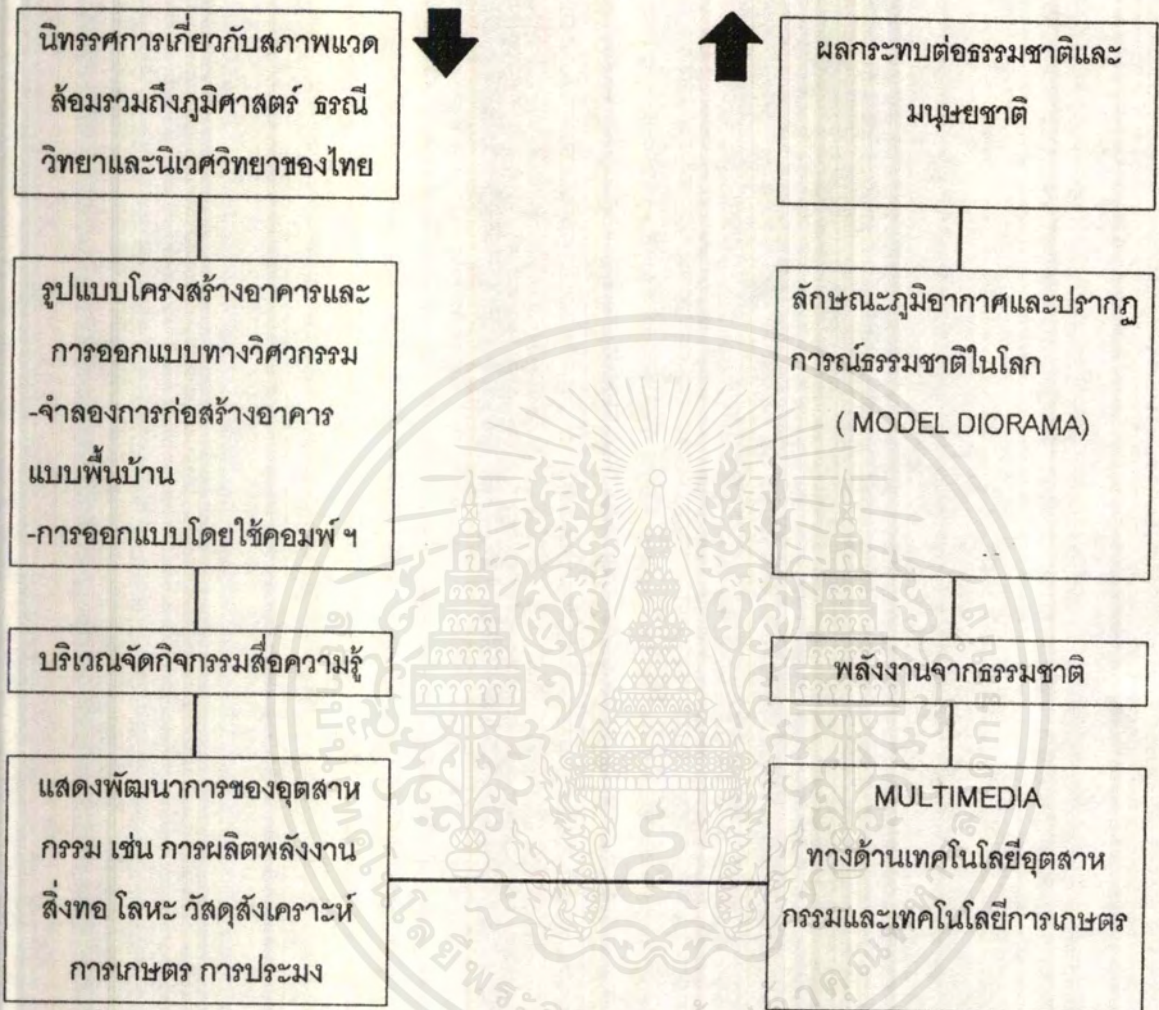
ระดับที่ 3
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน และพลังงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 วัสดุ และโครงสร้างโมเลกุล มิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 4

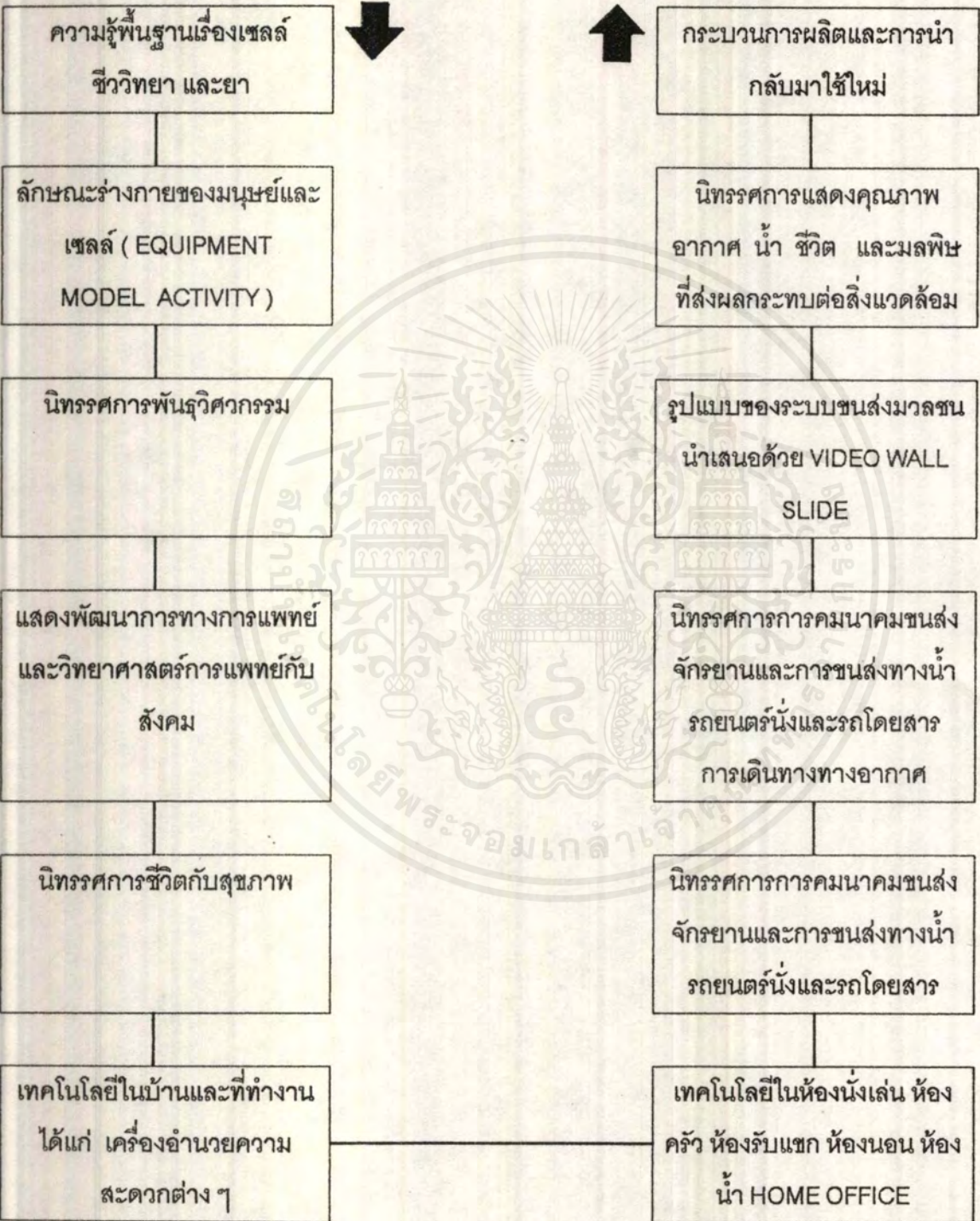
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

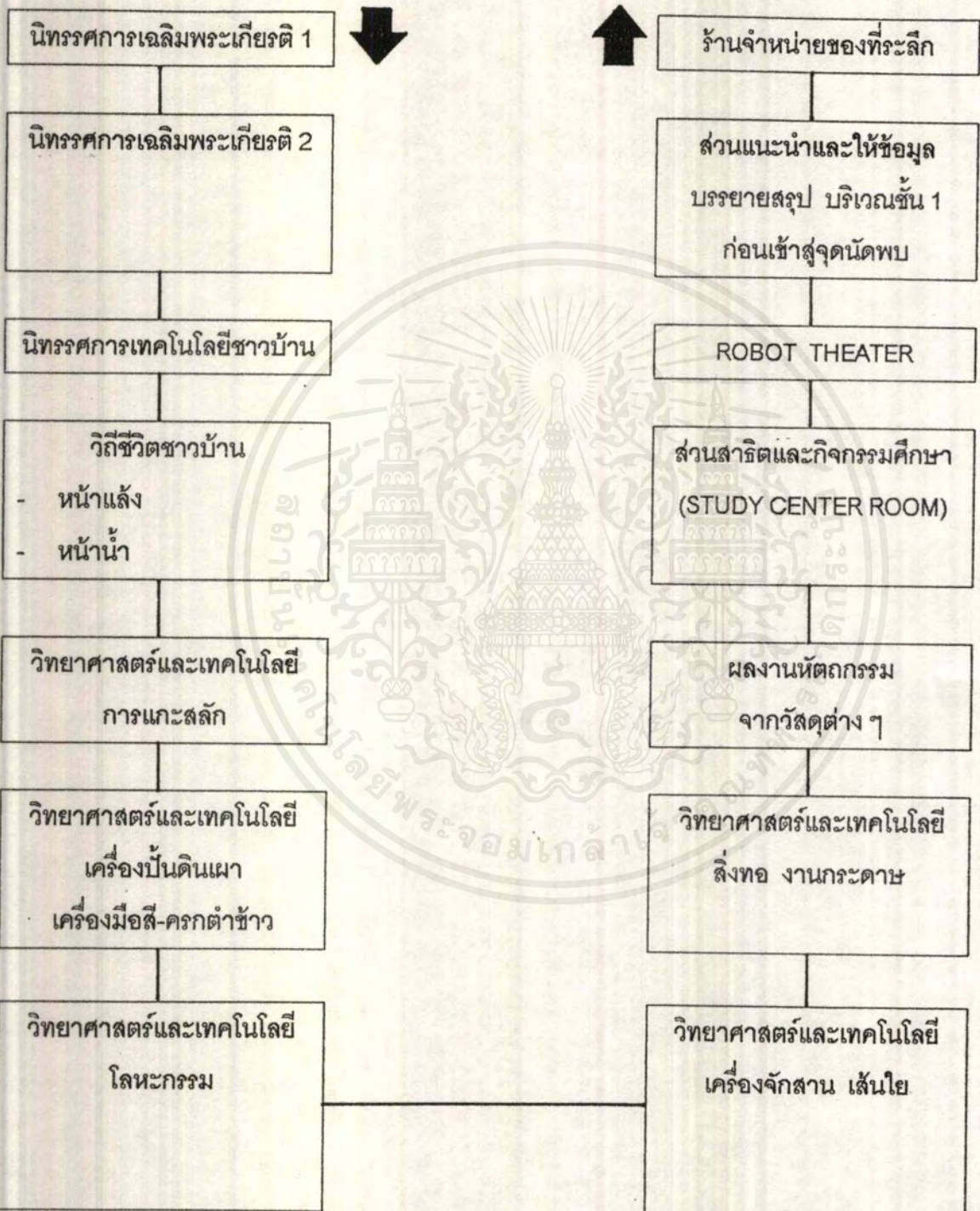
ชั้นที่ 5

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 6
นิทรรศการเทคโนโลยีพื้นบ้าน

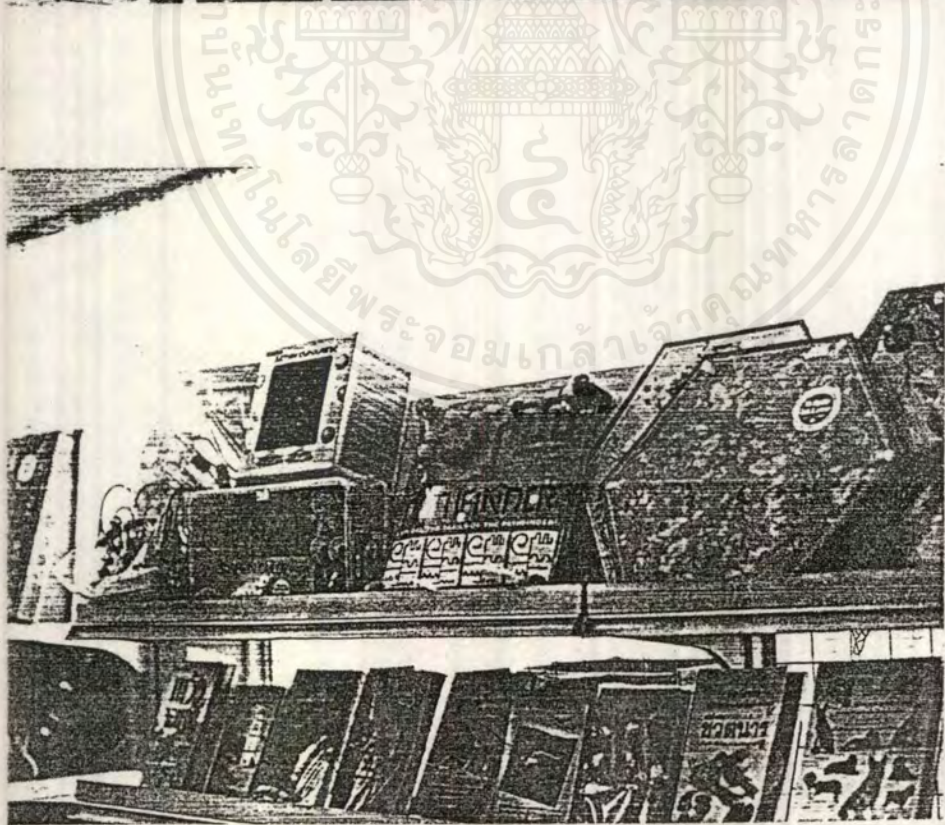
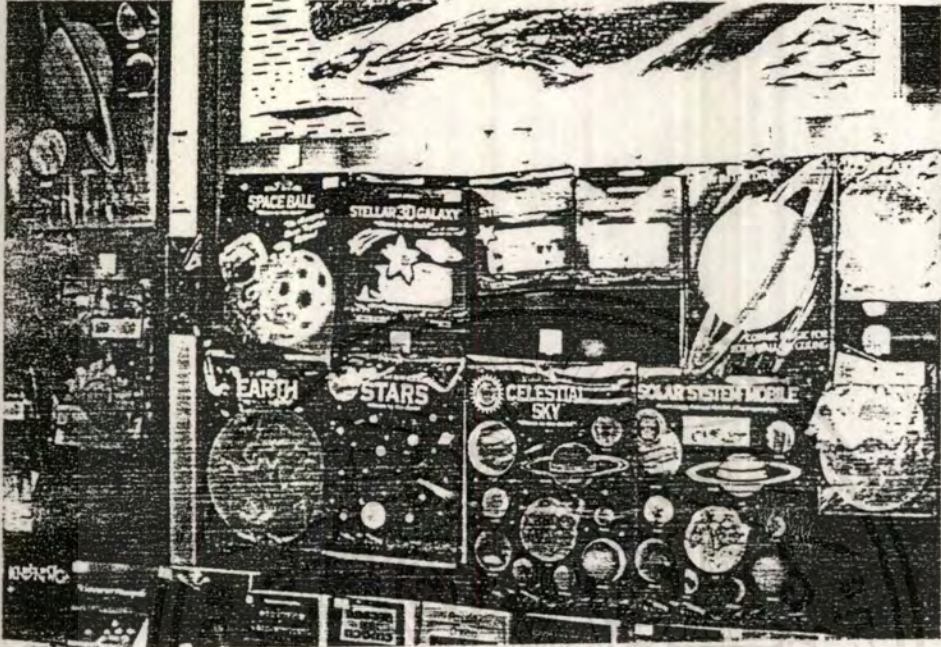


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

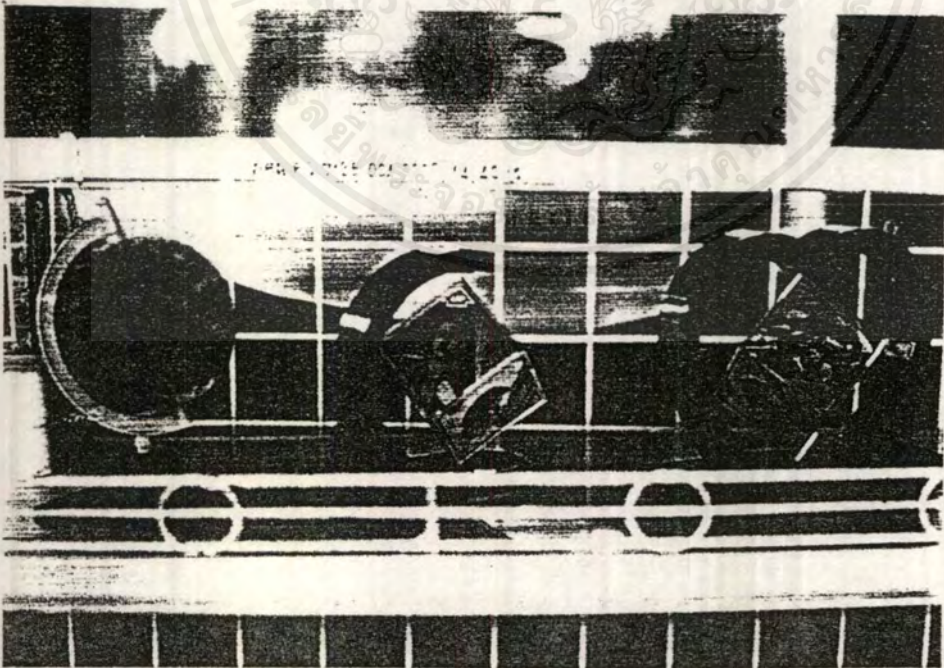
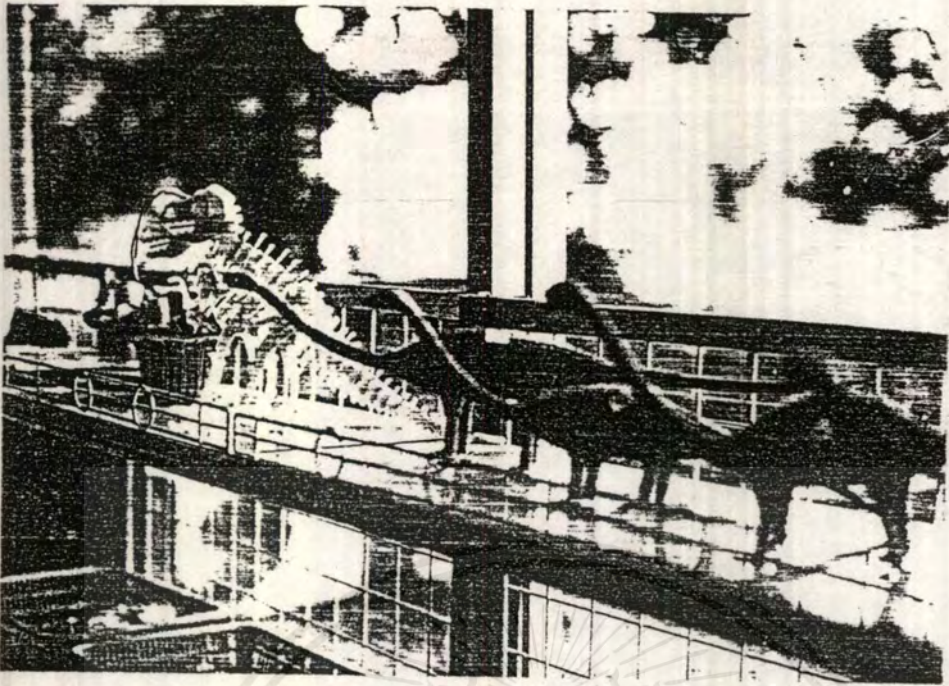
2.4 ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์

2.4.1 ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกภายในร้านจำหน่ายของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ทั่วไป

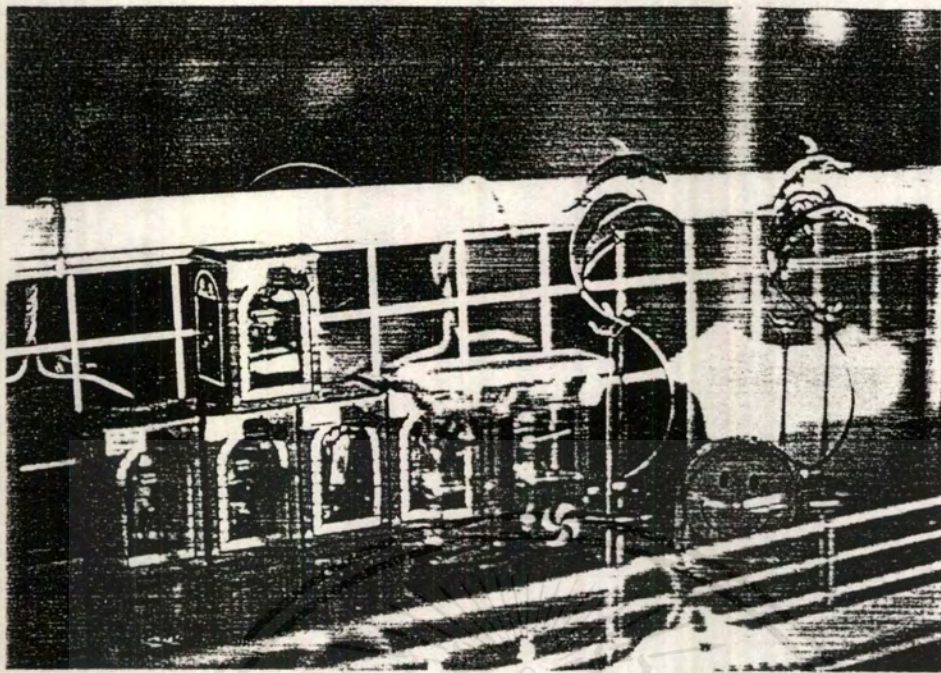
-พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ภายในประเทศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

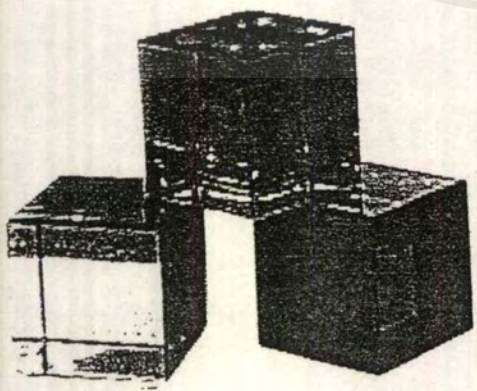


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

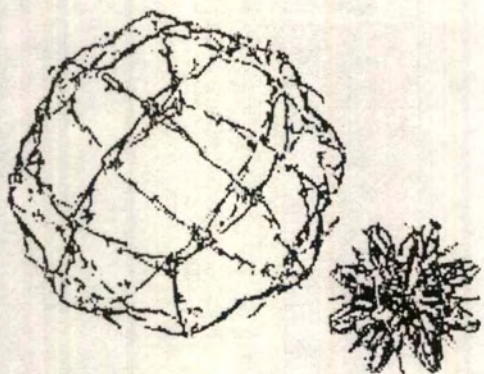


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พิพิธภัณฑวิทยาศาสตร์ของต่างประเทศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

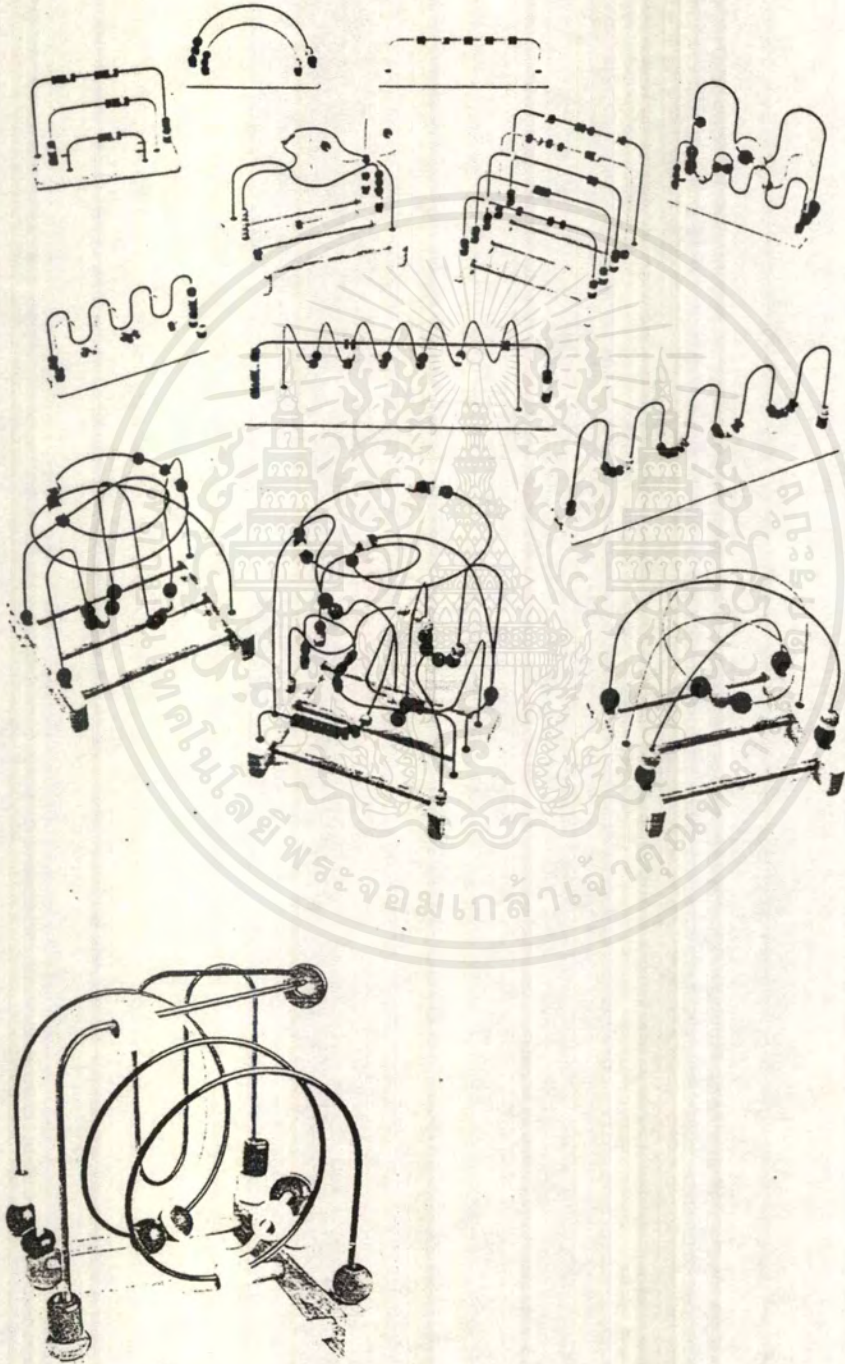


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

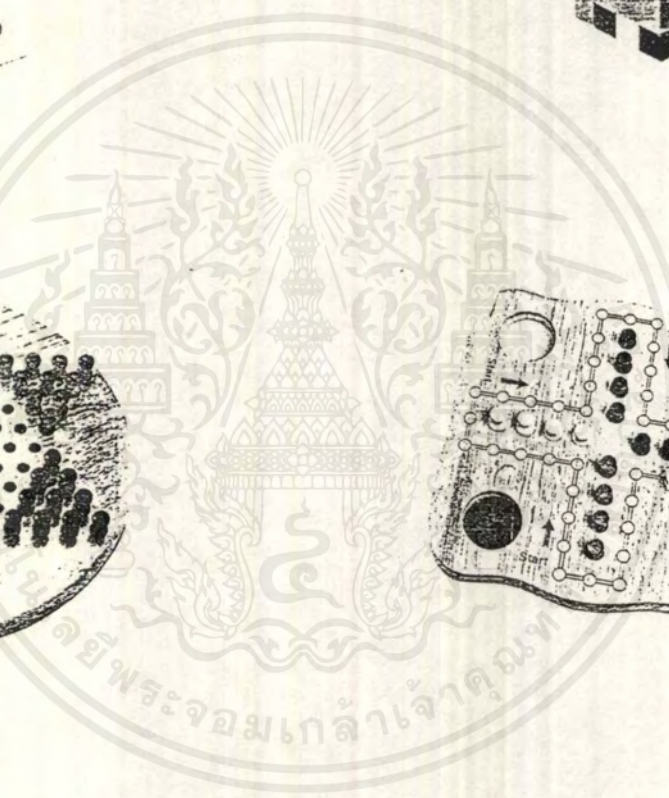
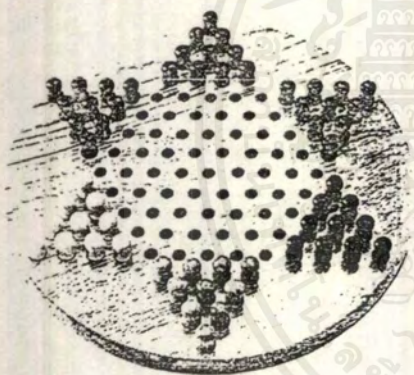
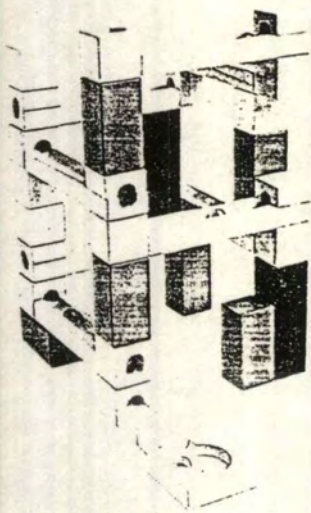
2.4.1 วิเคราะห์และสรุปรูปแบบของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

จากรูปแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกที่จำหน่ายในร้านค้าของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ สามารถจำแนกตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบได้คือ

-SKILL เสริมทักษะทางร่างกาย

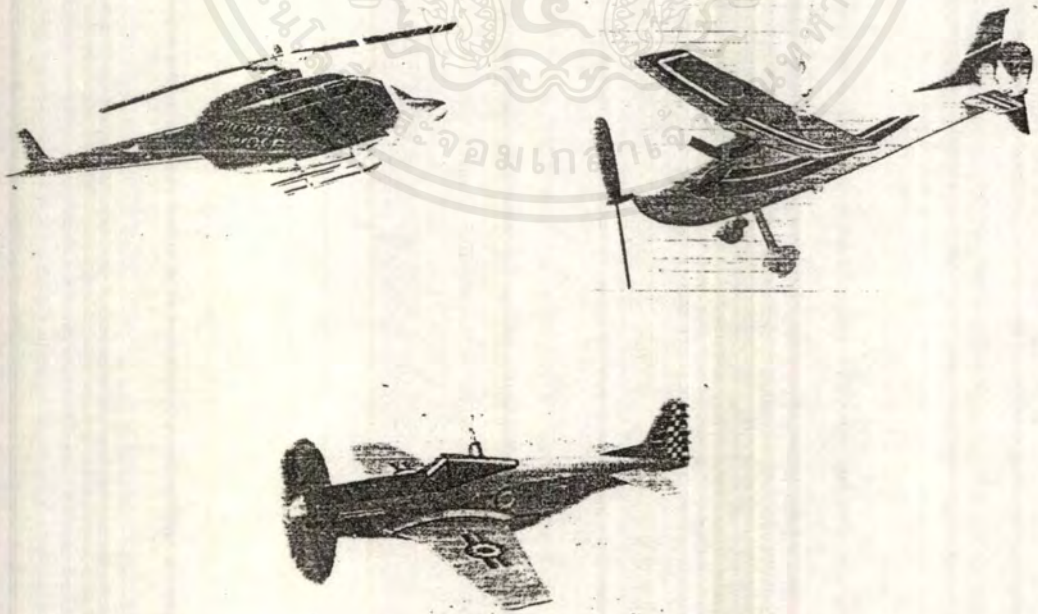


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



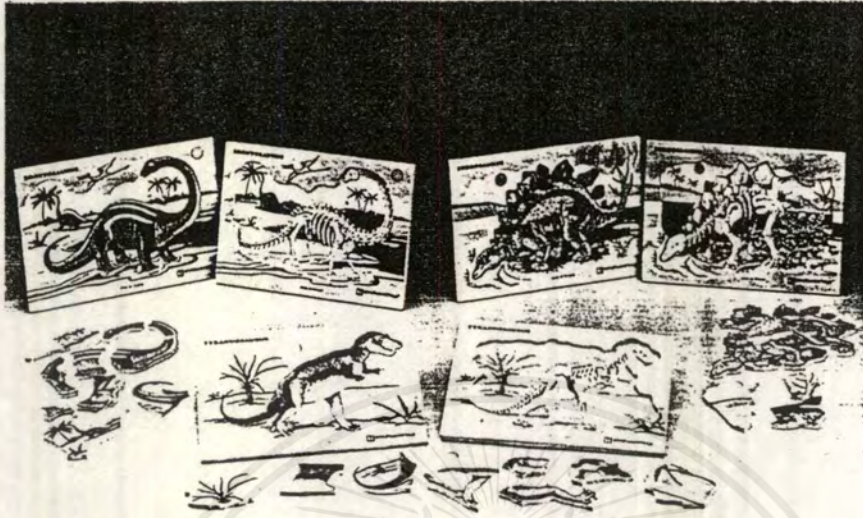
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-IMAGINE เสริมสร้างจินตนาการ



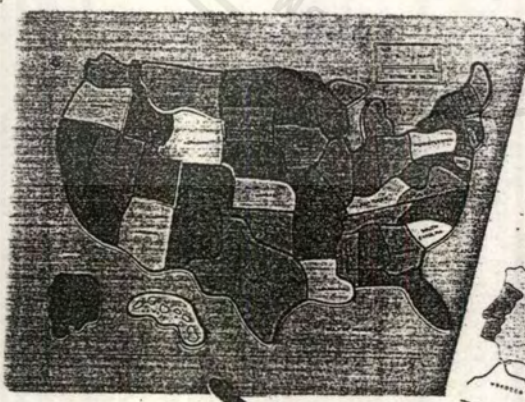
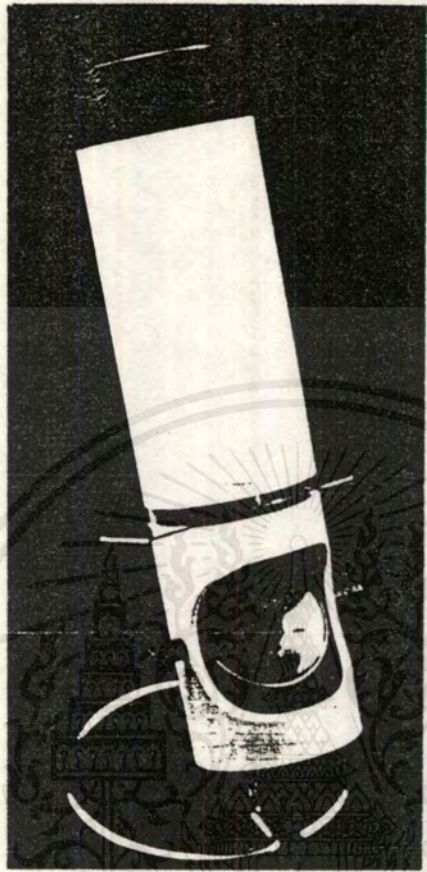
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-DECORATE สำหรับตกแต่งเพื่อความสวยงามและเพลิดเพลิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

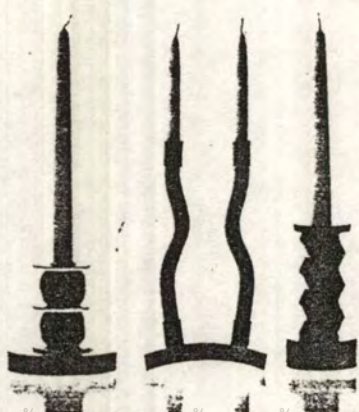
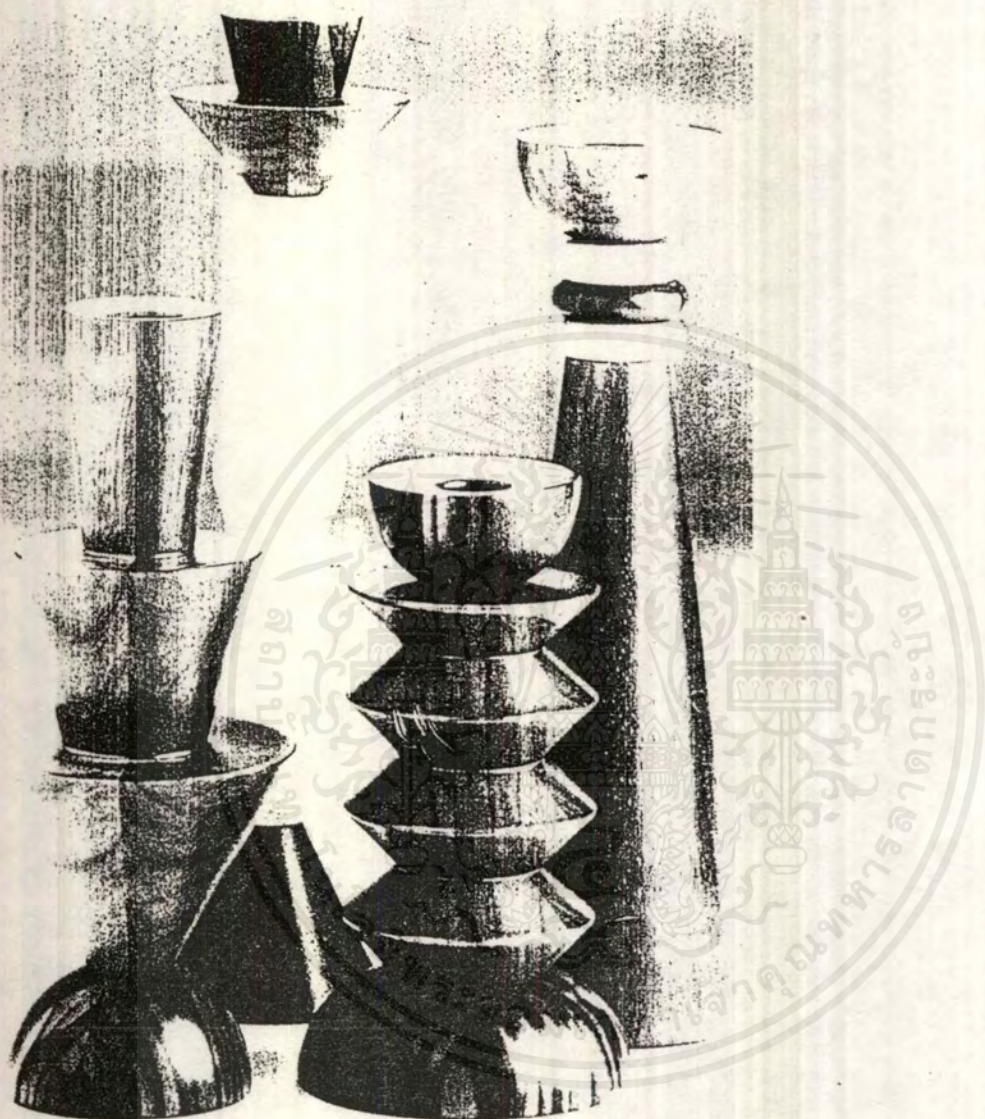
-KNOWLEDGE เพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์



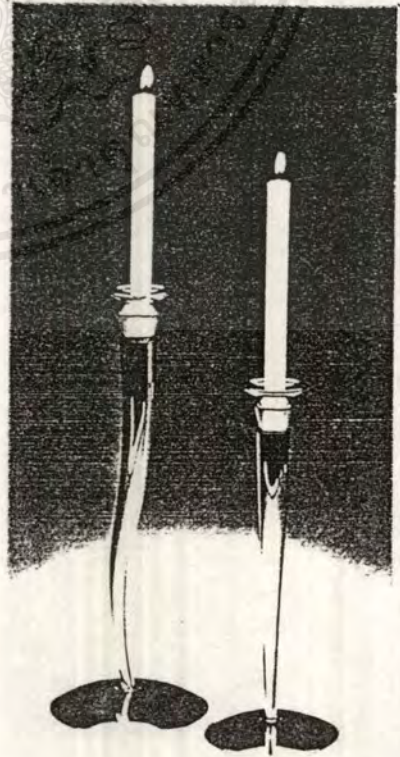
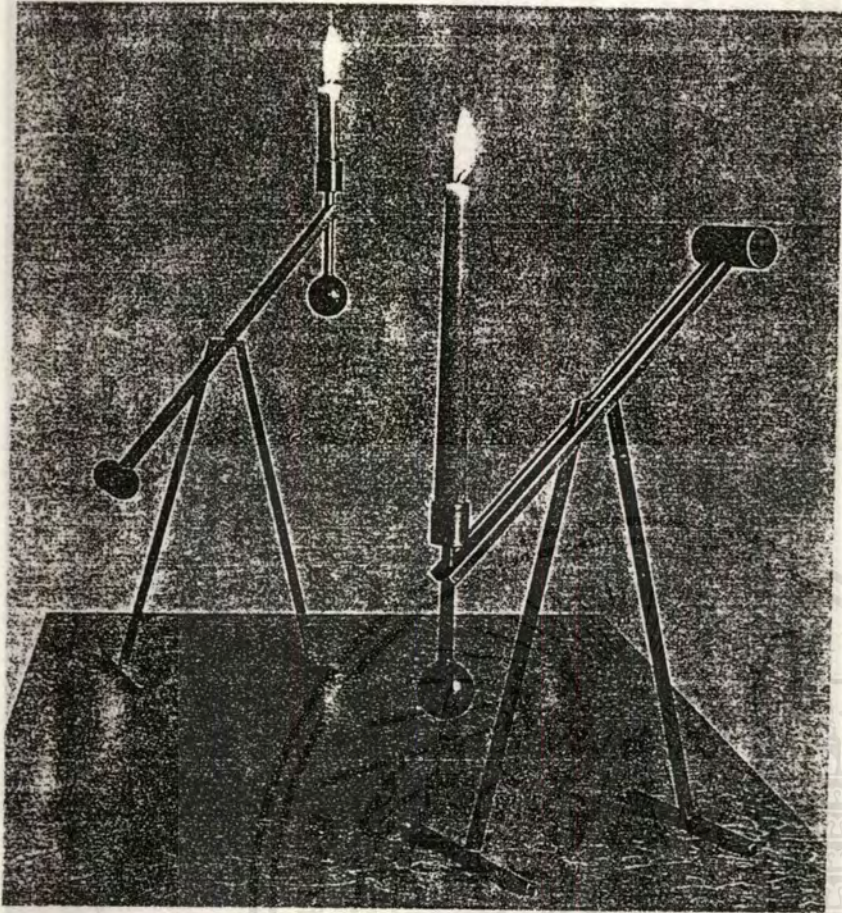
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำการออกแบบ
เชิงเทียน

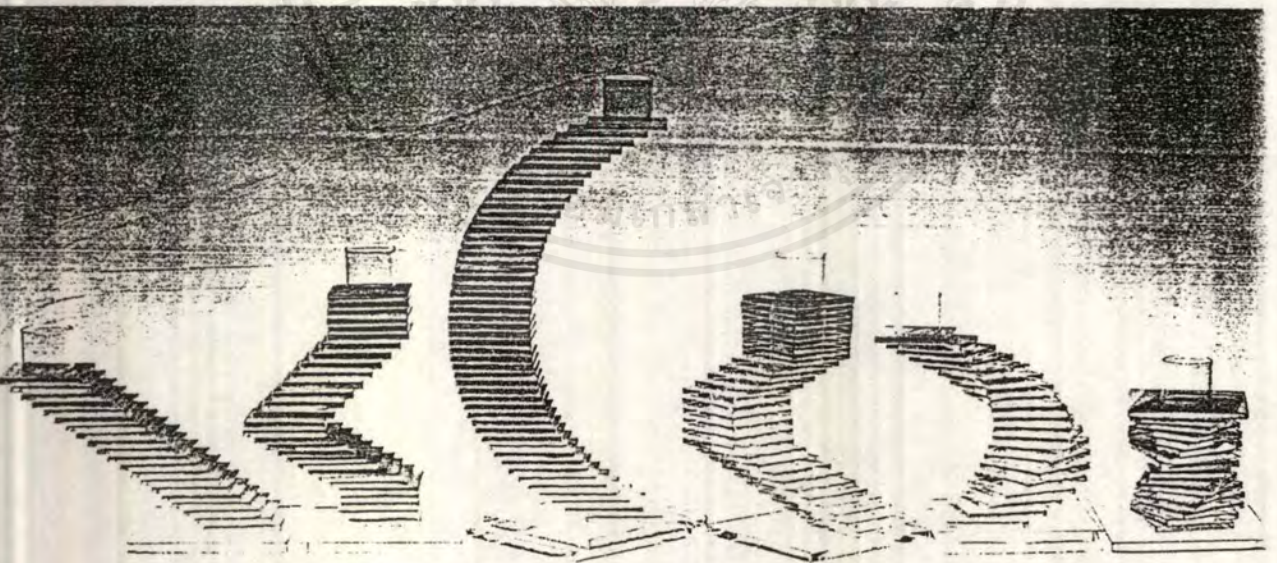
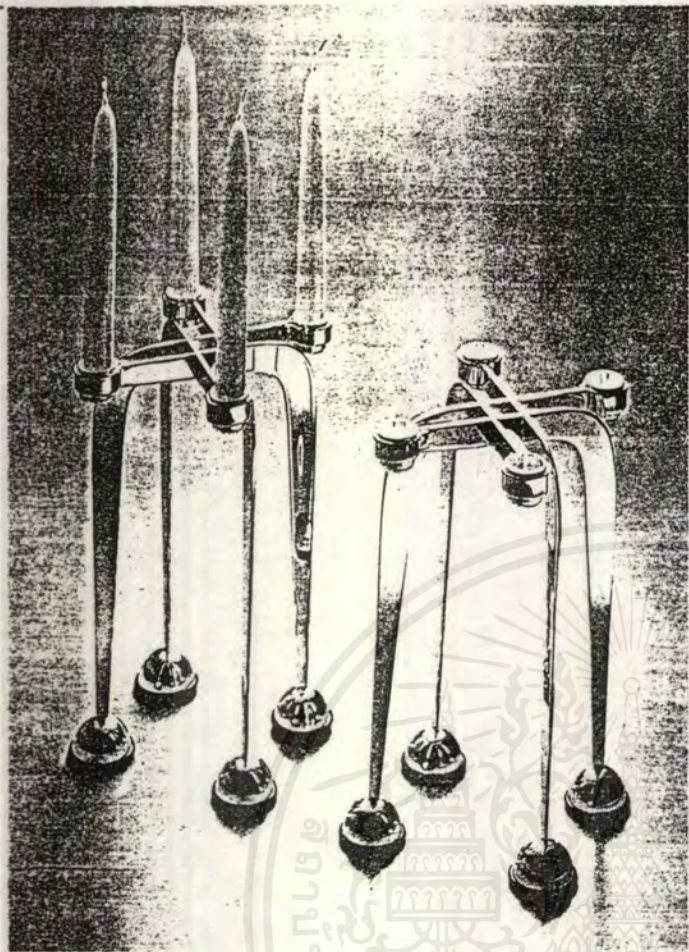
1 รูปแบบของเชิงเทียนที่ผลิตจากวัสดุอื่น



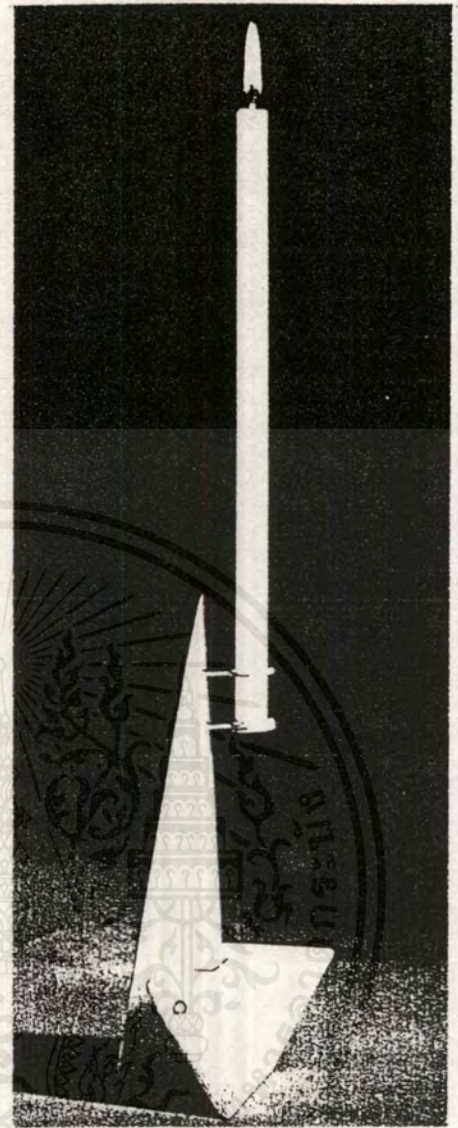
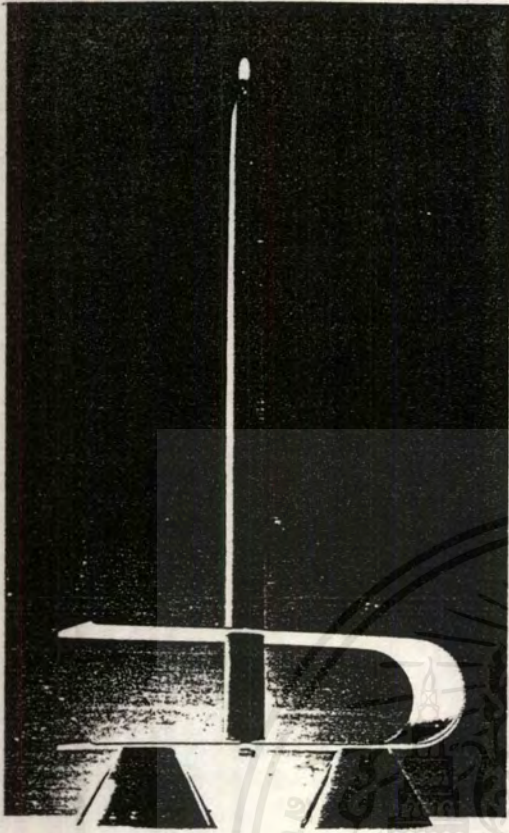
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



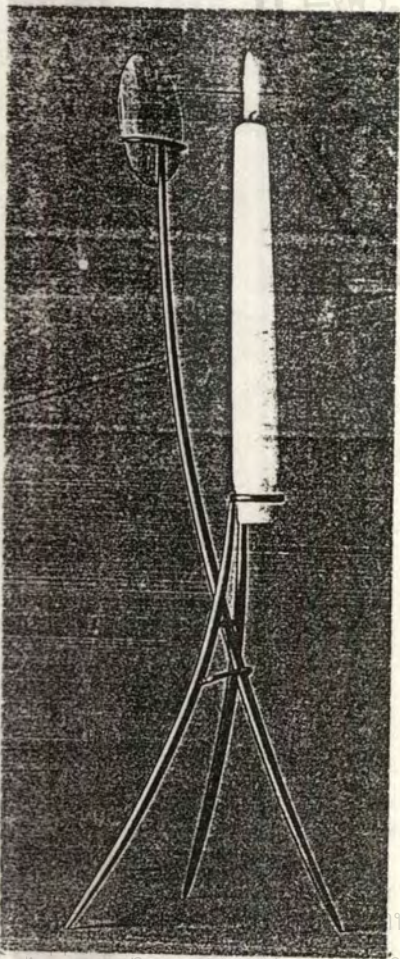
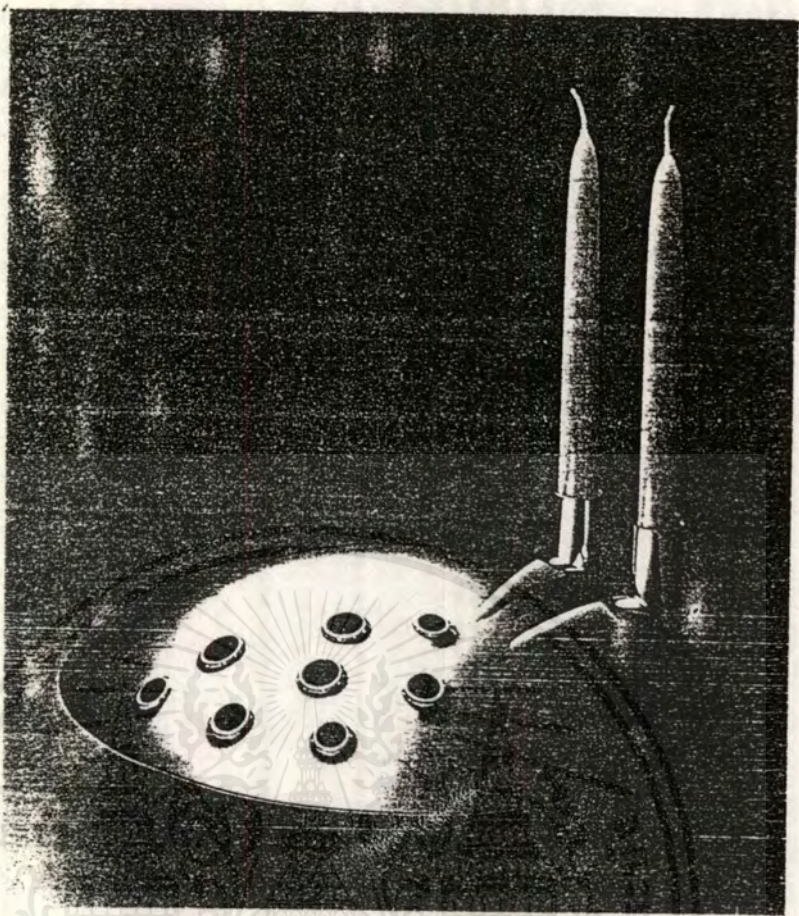
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

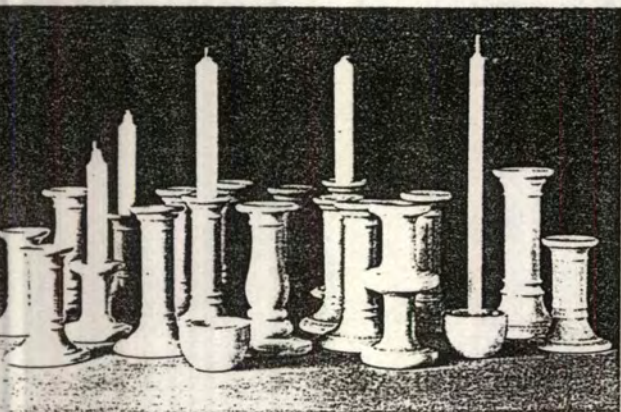
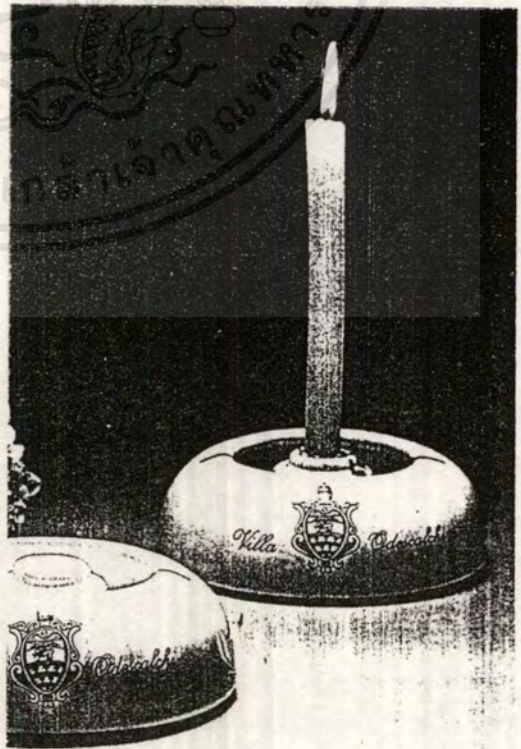


เอกสาร... ทรัพยากรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 รูปแบบของเทียนเทียนเครื่องเคลือบดินเผา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์กับการใช้งาน

ประเภทของเทียนที่สามารถจำแนกได้ในท้องตลาด

- 1 TAPER มีลักษณะเป็นแท่งตรงสูง 6-10 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6-1.0 นิ้ว
- 2 COLUMN เป็นเทียนทรงกลมสูง 4-10 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 2-4 นิ้ว มักใช้เป็นเทียนประดับ หรืออาจมีกลิ่นด้วย
- 3 VOTIVE เป็นเทียนขนาดเล็ก สูงประมาณ 1 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-1 นิ้ว อาจเป็นรูปเหลี่ยมหรือกลม มักใส่ภาชนะบรรจุก่อนใช้
- 4 SPIRAL เป็นเทียนรูปทรงแบบ TAPER แต่เป็นเกลียวสูงไม่เกิน 8 นิ้ว
- 5 NOVELTY คือเทียนรูปร่างต่าง ๆ มักจะมีรูปร่างแบบ CONE รูปสัตว์ รูปการ์ตูน รูปผลไม้ รูปเรขาคณิต
- 6 WAX FILL CONTAINER เป็นเทียนที่บรรจุภายในภาชนะที่อาจเป็นขวดแก้ว ดินเผา ฯลฯ

ลำดับ	ชื่อ	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความสูง	การใช้งาน
1	เทียนแท่ง	2 CM	15, 20, 25 CM	ใช้จัดตกแต่งบนโต๊ะอาหารหรือใช้กับเชิงเทียนตั้งพื้น
2	ROOM SCENTED	5 CM	5 CM	ใช้เป็นเทียนประดับมากกว่าจุดใช้งาน มีกลิ่นหอม
3	TEALIGHT	4 CM	2 CM	บรรจุในภาชนะอลูมิเนียมจุดใช้งาน
4	เทียนแท่ง เกลียว	2 CM	15, 20 CM	เหมือนเทียนแท่ง
5	FLOATING	4.5-5 CM	3 CM	ใช้ประดับหรือจุดบนผิวน้ำ
6	เทียนบรรจุภาชนะเช่นขวดแก้ว ตลับโลหะ	-	-	ใช้สำหรับตกแต่งและพกเดินทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีที่นิยมใช้ในการทำเทียน

สีของเทียนในปัจจุบันมีหลากหลายมากขึ้น เพราะแต่เดิมในการทำเทียนมีเพียง สีขาว สีครีม สีเหลือง (เทียนขี้ผึ้ง) ต่อมาเมื่อมีไฟฟ้าจึงใช้เทียนเป็นสิ่งที่ตกแต่งบ้านและจุดใช้งานเพื่อสร้างบรรยากาศ มีการผสมสีลงไปหลากหลายสีมากขึ้น

สีที่พบเห็นและนิยมใช้กันมากคือ

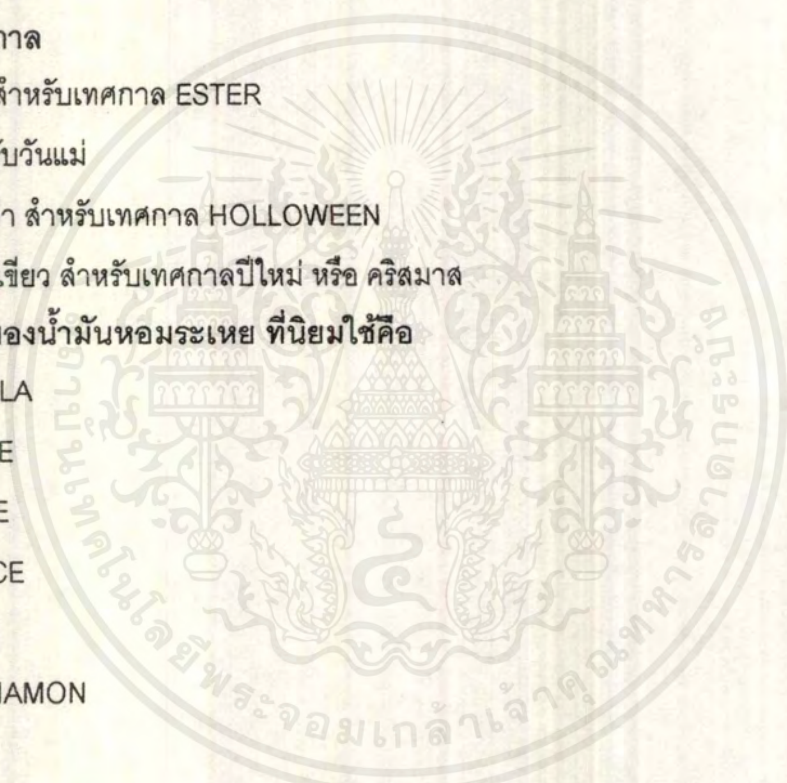
- 1 สีขาว
- 2 สีครีม
- 3 สีเหลืองอ่อน
- 4 สีขี้ผึ้ง

สีตามเทศกาล

- 1 สีเขียวอ่อนสำหรับเทศกาล ESTER
- 2 สีชมพูสำหรับวันแม่
- 3 สีส้มและสีดำ สำหรับเทศกาล HALLOWEEN
- 4 สีแดงและสีเขียว สำหรับเทศกาลปีใหม่ หรือ คริสมาศ

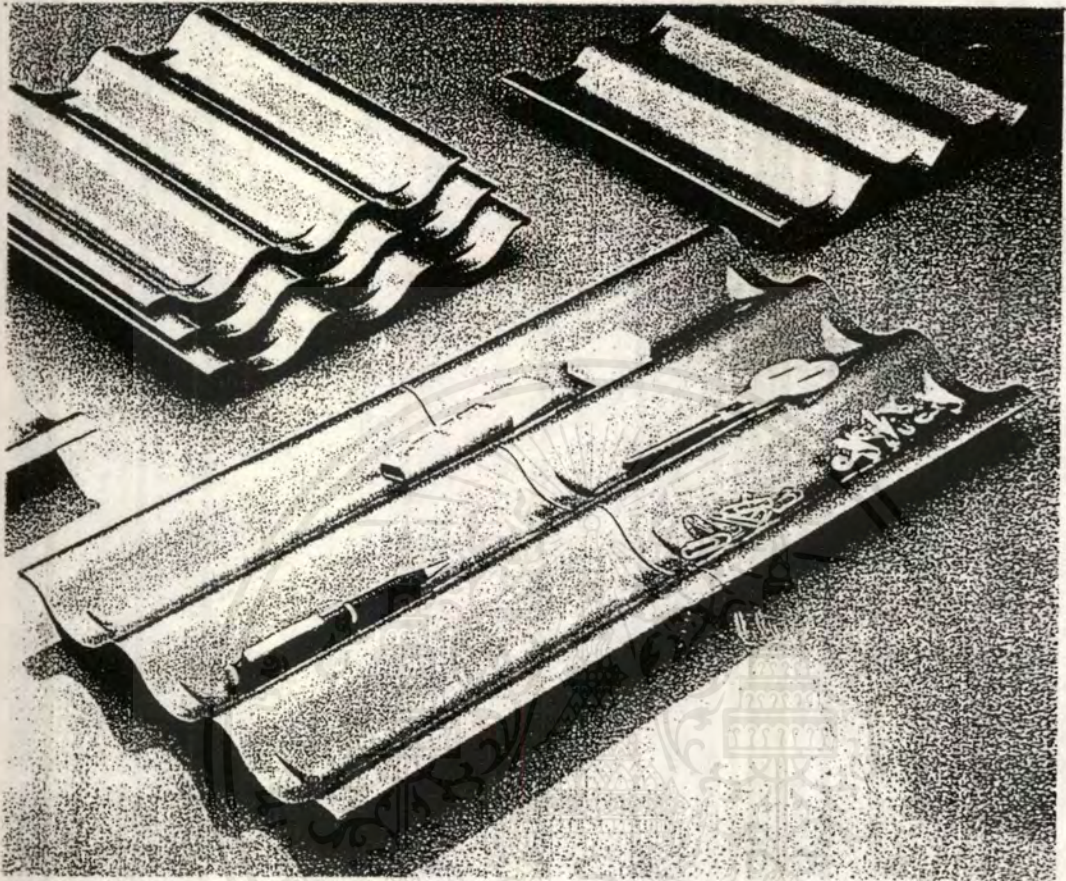
กลิ่นหอมของน้ำมันหอมระเหย ที่นิยมใช้คือ

- 1 กลิ่น VANILA
- 2 กลิ่น SPICE
- 3 กลิ่น ROSE
- 4 กลิ่น PEACE
- 5 กลิ่น PINE
- 6 กลิ่น CINNAMON

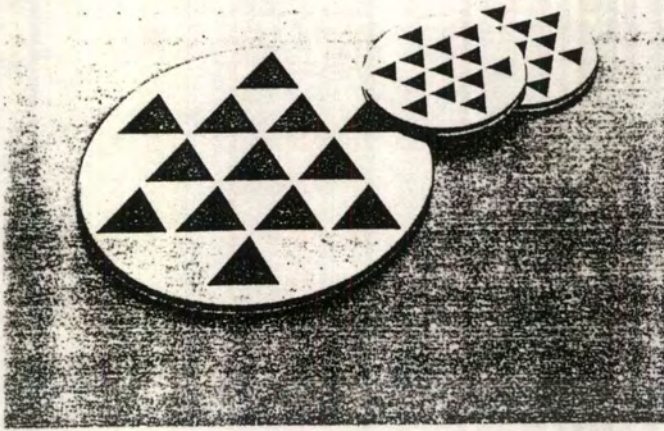


กระดาษใส่ซอง

1 รูปแบบของกระดาษที่ผลิตจากวัสดุอื่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 รูปแบบของถาดเครื่องเคลือบดินเผา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

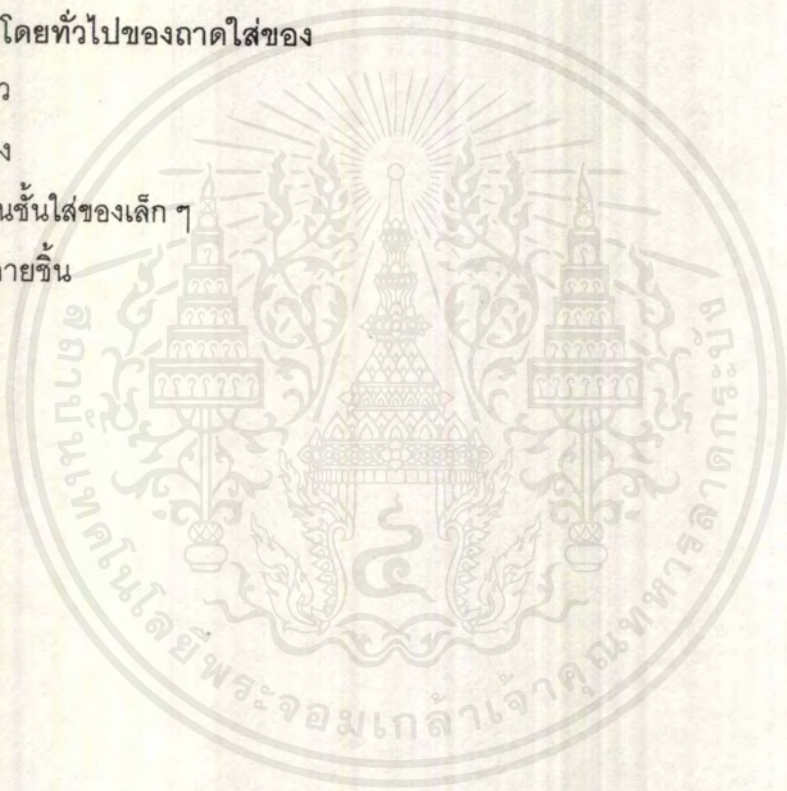
ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์กับการใช้งาน

ถาดใส่ของ

ลักษณะจะเป็นถาดขนาดเล็ก สำหรับอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเก็บเป็นสัดส่วน จำพวกของ จุกจิกบนโต๊ะทำงาน เช่น คลิปหนีบกระดาษ แม็กขนาดเล็ก เหรียญ เพื่อป้องกันการกระจัด กระจายหล่นหาย หรือมาอยู่รวมกันหลาย ๆ อย่าง ของจุกจิก เครื่องประดับเล็ก ๆ ทำให้สามารถ หยิบใช้ได้สะดวก การออกแบบที่ใส่จะช่วยเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้ เช่น ความกว้างของ ปากถาดที่สามารถหยิบจับของได้อย่างไม่อึดอัด ความลึกของถาดที่สัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของ นิ้วมือ

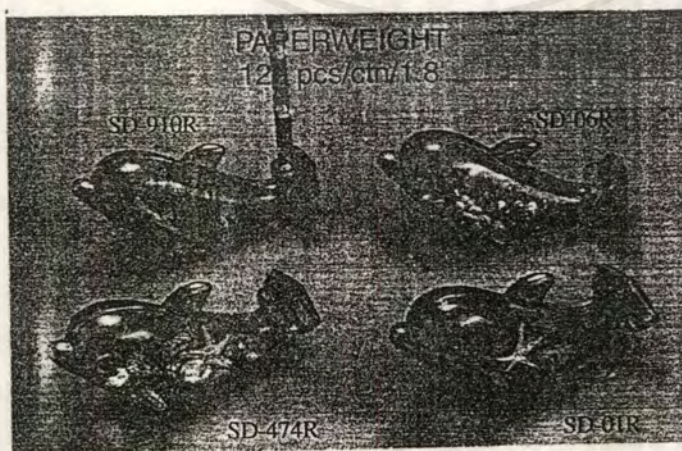
ลักษณะโครงสร้างโดยทั่วไปของถาดใส่ของ

- เป็นถาดชั้นเดียว
- เป็นถาดแบ่งช่อง
- เป็นถาดซ้อนเป็นชั้นใส่ของเล็ก ๆ
- เป็นถาดชุดมีหลายชิ้น



ที่ทับกระดาษ

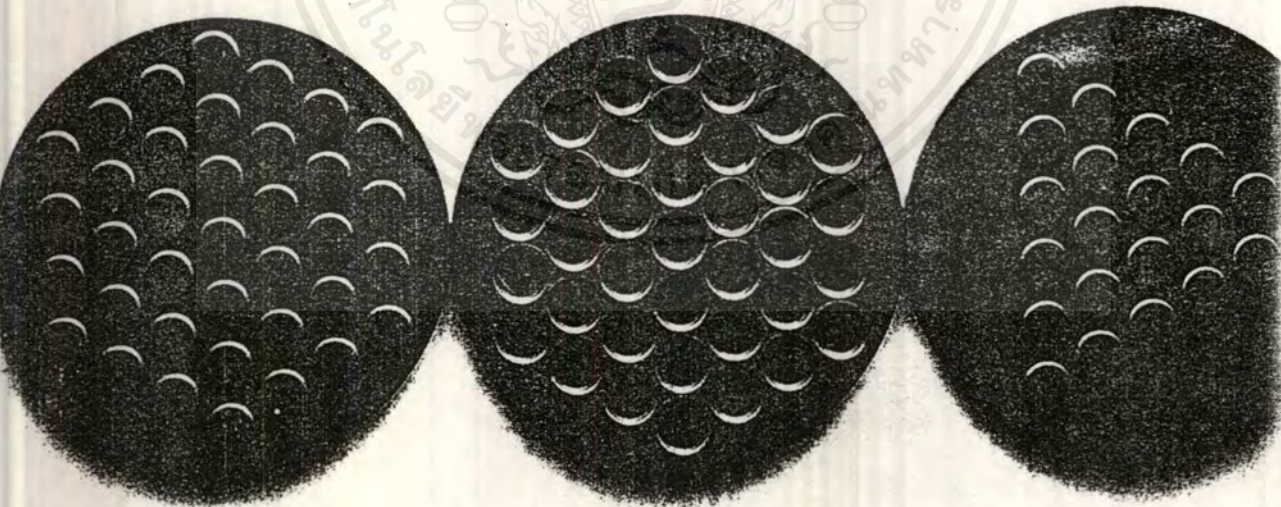
1 รูปแบบของที่ทับกระดาษที่ผลิตจากวัสดุอื่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จานรองแก้ว

1 รูปแบบของจานรองแก้วที่ผลิตจากวัสดุอื่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์กับการใช้งาน

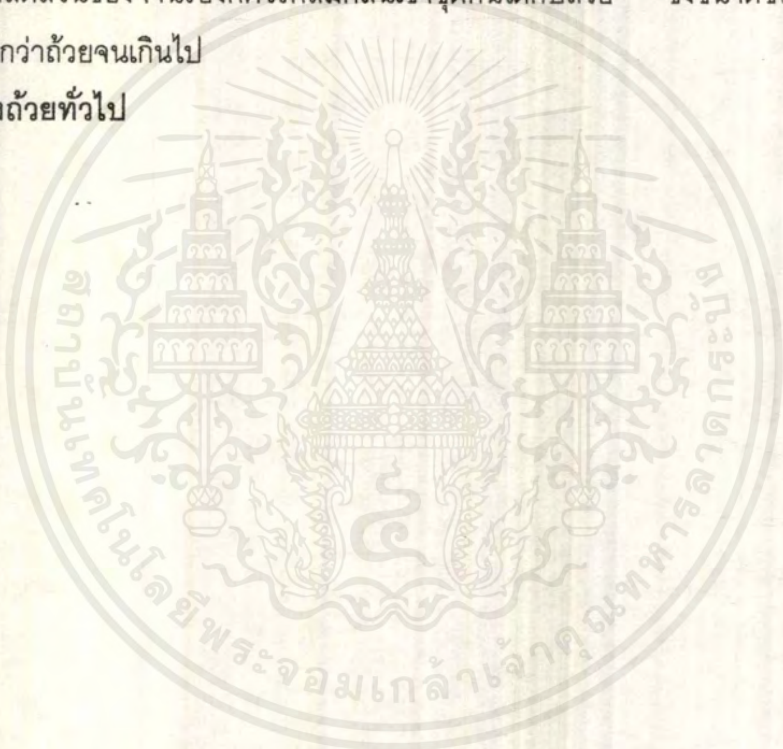
จานรองถ้วย

จานรองถ้วยจะมีลักษณะและรูปแบบที่แตกต่างจากจานอาหารโดยทั่วไป ซึ่งมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงดังนี้

- 1 จานรองถ้วยควรมีการเว้าตรงกลางจาน เพื่อเวลารวางถ้วยชา – กาแฟจะได้ไม่เลื่อนหลุดได้ง่าย
- 2 ขอบของจานรองถ้วยควรจะยกสูงจากพื้นเล็กน้อย เพื่อความสะดวกในการหยิบยก
- 3 จานรองถ้วยควรมีส่วนที่เรียกว่าขาจาน ซึ่งเป็นส่วนที่ต่อจากผนังจานกับท้องจาน จะเป็นส่วนที่ยกจานให้สูงจากพื้นโต๊ะเล็กน้อย
- 4 รูปแบบและขนาดสัดส่วนของจานรองก็ควรกลมกลืนเข้าชุดกันได้กับถ้วย ซึ่งขนาดของจานรองถ้วยก็ไม่ควรใหญ่กว่าถ้วยจนเกินไป

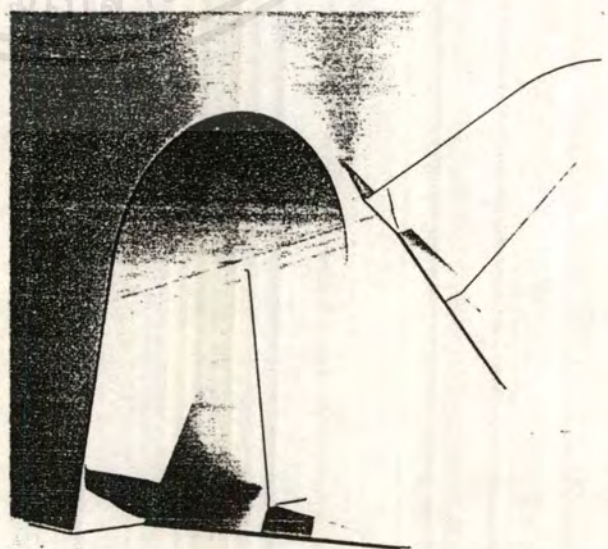
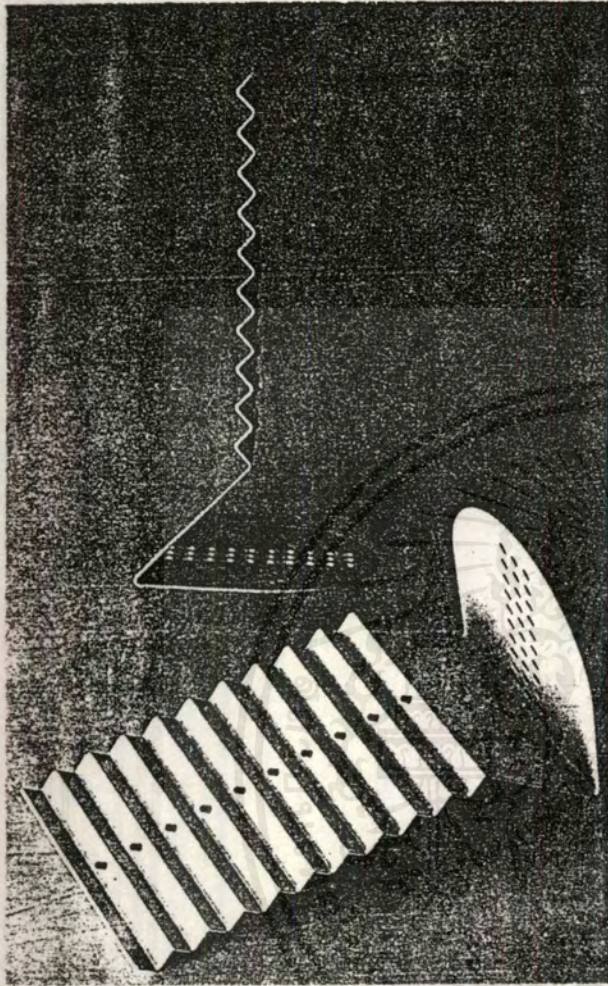
รูปแบบของจานรองถ้วยทั่วไป

- 1 จานทรงสูง
- 2 จานทรงเตี้ย
- 3 จานขอบลึก
- 4 จานขอบเตี้ย



ที่กั้นหนังสือ

1 รูปแบบของที่กั้นหนังสือที่ผลิตจากวัสดุอื่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์กับการใช้งาน

เท่าที่ปรากฏโดยทั่วไป นิตยสารหรือวารสารในท้องตลาดจะมีขนาดแตกต่างกันตามแต่ละประเภท ตามวัตถุประสงค์และความสามารถในการออกแบบให้ได้ขนาดที่ดี ซึ่งพอจะจัดแบ่งประเภทของขนาดนิตยสารได้ดังนี้คือ

ขนาดฉบับกระเป๋ (POCKET)	ประมาณ 6 นิ้ว x 9 นิ้ว
ขนาดมาตรฐาน (BASIC)	ประมาณ 8 นิ้ว x 11 นิ้ว
ขนาดนิตยสารภาพ (PICTURE)	ประมาณ 10 นิ้ว x 13 นิ้ว
ขนาดหนังสือพิมพ์เล็ก (TABLOID)	ประมาณ 11 นิ้ว x 14 นิ้ว

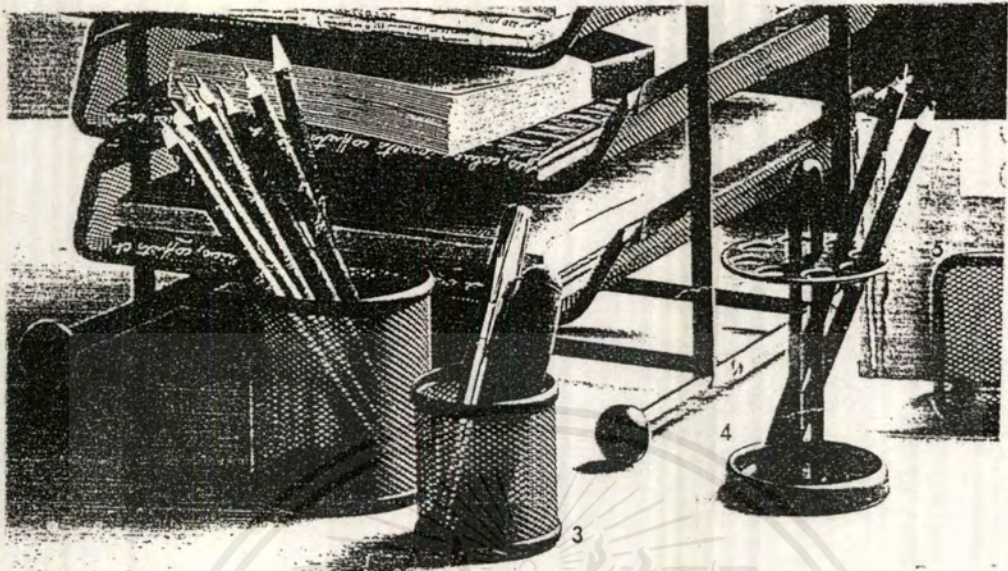
ขนาดที่เห็นอยู่ทั่วไปและเป็นที่ยอมรับเห็นจะได้แก่ ขนาด 8 นิ้ว X 11 นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมตามเหตุผลที่กล่าวข้างต้น คือ เป็นขนาดที่ใกล้เคียงกับกระดาษขนาดมาตรฐาน ปริมาณที่จะถูกตัดเจียนทิ้งไปมีน้อยที่สุด สะดวกแก่การหยิบจับ เหมาะกับขนาดมือของคนทั่วไป สามารถจัดวางไว้ตามชั้นหนังสือขนาดมาตรฐานได้ดี และยังเป็นขนาดที่เอื้ออำนวยต่อการจัดหน้า ขนาด 8 นิ้ว x 11 นิ้ว ในปัจจุบันจึงเป็นขนาดที่นิยมกันมากที่สุดสำหรับผู้อ่านและผู้จัดทำ เพราะเป็นขนาดรูปเล่มที่กำลังดี กระดาษดี ส่วนความหนาที่มักจะเป็นไปตามสัดส่วนแล้วแต่เนื้อหาและโฆษณา แต่ส่วนใหญ่จะไม่ให้ความหนาจนเกิดความท้อทระเกินไป

ขนาดที่นิยมรองลงมาคือขนาดฉบับกระเป๋ หรือที่เรียกว่าพ็อคเก็ตบุ๊กซึ่งมีขนาดประมาณ 6 x 9 นิ้ว สื่อสิ่งพิมพ์ที่มักจะมีขนาดนี้ส่วนมากจะเป็นพวกเรื่องสั้นรวมเล่ม สรุปข่าวอย่าง READER 'S DIGEST หรือสิ่งพิมพ์ประเภทวารสารทางวิชาการ ตำรา เป็นต้น ทั้งนี้อาจเพราะว่าเป็นขนาดที่เก็บรักษาง่าย และทนทานพอสมควร น่าสังเกตว่าในปัจจุบันสิ่งพิมพ์ขนาดกระเป๋มีอยู่มากมายในท้องตลาด เช่น การ์ตูนเล่ม นวนิยาย สาเหตุส่วนหนึ่งน่าจะมาจากการคำนึงถึงสารประโยชน์ในการใช้งานระยะยาวก็ได้

ส่วนขนาดใหญ่อีก 2 ขนาดคือ 10 นิ้ว x 13 นิ้ว และ 11 นิ้ว x 14 นิ้ว นั้นจะพบมากในนิตยสารประเภทต้องการแสดงภาพประกอบ ให้ความสัมพันธ์กับภาพประกอบพอ ๆ กับเนื้อหา หรือบางครั้งการเสนอภาพเป็นวัตถุประสงค์ส่วนใหญ่ นิตยสารประเภทนี้มีลักษณะการใช้งานคล้าย ๆ กับหนังสือพิมพ์คือ เมื่อผู้อ่านอ่านเนื้อหาแล้วก็แล้วกันไป ไม่ต้องเก็บไว้นาน เหมือนนิตยสารแฟชั่น หรือนิตยสารภาพ ตัวอย่าง เช่น มติชนสุดสัปดาห์ สยามรัฐสัปดาห์วิจารณ์ ฟ้าเมืองไทย เป็นต้น

ที่ใส่เครื่องเขียน

1 รูปแบบของที่ใส่เครื่องเขียนที่ผลิตจากวัสดุอื่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์กับการใช้งาน

รูปแบบของเครื่องเขียนแบ่งเป็น 2 ประเภท

- 1 ปากกา คือ อุปกรณ์ใช้สำหรับเขียน เช่นชอล์ก ที่นิยมใช้ในสำนักงานทั่วไปคือ
 - 1.1 ปากกามีกซึม ใช้กันน้อยในวงธุรกิจทั่วไปเพราะเมื่อถูกน้ำจะซึม ทำให้ตัวเขียนเลอะเลือนได้
 - 1.2 ปากกามีกแห้ง เขียนได้รวดเร็วและสะดวกใช้กันทั่วไป เมื่อถูกน้ำจะไม่ซึมและ
 - 1.3 ปากกาประเภทเมจิก เป็นปากกาที่นิยมใช้กันทั่วไปแต่มีอายุการใช้งานสั้นมีหลายสี มีความหนาของเส้นที่แตกต่างกัน
- 2 ดินสอ จะใช้เขียนงานที่ต้องการลบทิ้ง หรือร่างข้อความ ดินสอจะแบ่งได้ 2 ประเภท
 - 2.1 ดินสอดำ ใช้กันทั่วไปมีคุณสมบัติลบง่าย
 - 2.2 ดินสอสี มีหลายสีด้วยกัน เช่น น้ำเงิน ม่วง แดง แต่ส่วนมากจะใช้เฉพาะกับงานทางด้านโฆษณา และศิลปะ

ประเภท	ขนาด		วัสดุ
	MIN/mm.	MAX/mm.	
ปากกา	8 x 20	12 x 180	PLASTIC , CHROME
ดินสอ	5 x 120	8 x 180	PLASTIC,CHROME ,WOOD

2.4.3 วิเคราะห์และสรุปรูปแบบการใช้งานของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท

จากข้อมูลทางด้านผลิตภัณฑ์ข้างต้น ทำให้เราทราบลักษณะโดยทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการออกแบบต่าง ๆ และองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึงทางด้านหน้าที่ และการใช้งาน ซึ่งสามารถวิเคราะห์และสรุปได้ดังนี้

สรุปคุณสมบัติที่ต้องคำนึงถึงของสินค้าที่ระลีกประเภท เชิงเทียน

- มีที่สำหรับวางเทียน โดยไม่ล้มง่าย ถอดเปลี่ยนเทียนได้สะดวก
- มีส่วนรองรับน้ำตาเทียน เพื่อกันการหยดลงบนพื้น
- มีโครงสร้างที่มั่นคง ทรงตัวได้ดี ไม่ล้มง่าย ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากเปลวไฟ

สรุปคุณสมบัติที่ต้องคำนึงถึงของสินค้าที่ระลีกประเภท ถาดใส่ของ

- หยิบจับได้สะดวก โดยคำนึงถึงความกว้างและความลึกของถาด
- ป้องกันการตกหล่นเสียหายของของที่อยู่ในภาชนะได้
- สามารถทำความสะอาดและเก็บรักษาได้ง่าย
- มีลักษณะเป็นชุด มีหลายชิ้น

สรุปคุณสมบัติที่ต้องคำนึงถึงของสินค้าที่ระลีกประเภท ที่ทับกระดาษ

- มีน้ำหนักมากพอที่จะทับกระดาษให้ไม่ปลิว
- มีขนาดพอเหมาะกับฝ่ามือ สามารถหยิบจับได้สะดวก
- มีโครงสร้างที่ทรงตัวได้ดีไม่ล้มง่าย

สรุปคุณสมบัติที่ต้องคำนึงถึงของสินค้าที่ระลีกประเภท จานรองแก้ว

- สามารถทำความสะอาดและเก็บรักษาได้ง่าย
- สามารถหยิบจับเพื่อเคลื่อนย้ายได้สะดวก
- กันการเลื้อนหลุดของถ้วยหรือแก้วได้ดี
- ป้องกันความชื้นหรือหยดน้ำที่จะไหลลงสู่พื้น รวมถึงความร้อนจากเครื่องดื่ม
- ขนาดของจานรองไม่ควรใหญ่กว่าถ้วยหรือแก้วจนเกินไป

สรุปคุณสมบัติที่ต้องคำนึงถึงของสินค้าที่ระลีกประเภท ที่กันหนังสือ

- มีโครงสร้างที่สามารถทรงตัวได้ดีไม่ล้มง่าย
- มีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับประเภทของหนังสือ โดยในการออกแบบที่กันหนังสือ สำหรับเป็นของที่ระลีกจะออกแบบให้เหมาะสมกับนิตยสารฉบับกระเป๋ (POCKET

BOOK) เป็นหลัก เนื่องจากเป็นนิตยสารขนาดเล็ก ทำให้ขนาดของที่กั้นหนังสือมีรูปร่าง
กระทัดรัดขึ้น สะดวกแก่การพกพาของผู้ซื้อ

สรุปคุณสมบัติที่ต้องคำนึงถึงของสินค้าที่ระลึกประเภท ภาชนะใส่เครื่องเขียน

- สามารถใส่เครื่องเขียนได้แก่ ดินสอและปากกา ลักษณะทั่วไปในท้องตลาดได้
- มีลักษณะการจัดเก็บในแนวตั้งเพื่อสะดวกในการใช้งาน
- มีโครงสร้างที่มั่นคง ทรงตัวได้ดี ไม่ล้มง่าย
- วางบนโต๊ะโดยไม่เกะกะ ประหยัดเนื้อที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์รูปทรงหลักของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท

เชิงเทียน

เงื่อนไขในการพิจารณา	ทรงเตี้ย	ทรงสูง	ใส่เทียนได้หลายเล่ม	ใส่เทียนได้เล่มเดียว
โครงสร้างมั่นคงไม่ล้มง่าย	2	1	-	-
รูปทรงโดดเด่น	2	2	1	2
ขนาดเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก	2	1	-	-
หยิบจับได้สะดวก	1	2	-	-
รวม	7	6	1	2

สรุป รูปแบบของเชิงเทียนจะเป็นทรงเตี้ย เหมาะสำหรับใส่เทียนเล่มเดียว

ภาตใส่ของ

เงื่อนไขในการพิจารณา	แบบชั้นเดียว	แบบแบ่งช่อง	แบบซ้อน	แบบเป็นชุดหลายชั้น
หยิบจับได้สะดวก	2	4	1	3
ประหยัดเนื้อที่	1	2	4	3
ความหลากหลายในการจัดวาง	1	1	3	4
ผลิตง่าย	4	1	2	3
ขนาดเหมาะสมกับของที่ระลึก	1	2	3	4
สอดคล้องกับเนื้อหาที่น่าสนใจ	1	2	3	4
รวม	10	12	16	21

สรุป รูปแบบของภาตใส่ของจะมีลักษณะเป็นชุดมีหลายชั้น

ที่ทับกระดาษ

เงื่อนไขในการพิจารณา	ทรงสูง ฐานเรียบ	ไม่สูงมาก ฐานเรียบ	ขนาด เล็กเตี้ย	ทรงสูงฐาน ไม่เรียบ	ฐาน กว้าง
โครงสร้างมั่นคงไม่ล้มง่าย	2	3	4	1	5
หยิบจับได้สะดวก	2	3	5	1	4
ขนาดกระทัดรัด	2	4	5	1	3
ถ่ายน้ำหนักได้ดี	2	3	4	1	5
รวม	8	13	18	4	17

สรุป รูปแบบของที่ทับกระดาษจะมีรูปทรงขนาดเล็ก เตี้ย ฐานเรียบ

ที่กั้นหนังสือ

เงื่อนไขในการพิจารณา	ใช้วัสดุอื่นเสริมในการรับแรง	ไม่ใช้วัสดุอื่นเสริม
ความสามารถในการรับแรง	2	1
น้ำหนักเบา	2	1
ประหยัดเนื้อที่	2	1
ขนาดเหมาะสมกับของที่ระลึก	2	1
รวม	8	4

สรุป รูปแบบของที่กั้นหนังสือจะนำเอาวัสดุอื่นที่สามารถช่วยรับแรงกดจากหนังสือมาเสริม

ที่ใส่เครื่องเขียน

เงื่อนไขในการพิจารณา	แนวตั้ง	แนวนอน
โครงสร้างมั่นคงไม่ล้มง่าย	2	1
สอดคล้องกับกานใช้งาน	2	1
ประหยัดเนื้อที่	2	1
รวม	6	3

สรุป รูปแบบของที่ใส่เครื่องเขียนจะมีลักษณะการใช้งานในแนวตั้ง

2.4.4 วิเคราะห์และสรุปขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท เชิงเทียน

ในด้านขนาดสัดส่วนของเชิงเทียนที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบได้แก่ ความกว้างของช่องสำหรับวางเทียนที่สามารถบรรจุเทียนสำหรับการตกแต่งได้หลายขนาดทั้งเทียนแท่งและเทียนแท่งเกลียว ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 CM คือ มีความกว้างประมาณ 2.5 CM. ส่วนขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมในการหยิบจับ เคลื่อนย้าย พิจารณาจากความกว้างที่ฝ่ามือสามารถจับได้สะดวกคือ ประมาณ 8.2 CM.

ภาควัสดุของ

- ขนาดความกว้างต่ำสุดที่สามารถใช้มือหยิบจับได้สะดวกประมาณ 8.2 CM
- ความลึกของภาควัสดุที่จะสามารถหยิบของได้อย่างสะดวกประมาณ 5 CM.

ที่ทับกระดาษ

คำนึงถึงขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมในการเคลื่อนย้ายเพื่อวางทับบนกระดาษ ซึ่งสามารถกระทำด้วยมือข้างเดียว

- เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดที่หยิบจับได้ประมาณ 8 CM.
- ส่วนขนาดสัดส่วนที่สามารถหยิบจับได้อย่างเหมาะสมประมาณ 6x6 CM.
- ความสูงประมาณ 2 CM. โดยมีโครงสร้างที่มั่นคงเพื่อป้องกันการล้มเสียหาย

จานรองแก้ว

ความกว้างของพื้นที่สำหรับรองเป็นส่วนสำคัญ เพราะลักษณะการออกแบบเป็นการออกแบบชั้นเดียวคือ ออกแบบเฉพาะจานรองไม้ได้รวมถึงถ้วยหรือแก้ว ดังนั้นจึงต้องสามารถรองรับแก้วหรือถ้วยที่มีขนาดกันถ้วยโดยเฉลี่ยใหญ่สุดในท้องตลาดได้คือประมาณ 8-10 CM.

- เส้นผ่านศูนย์กลางแคบสุดของจานรองที่สามารถรองรับถ้วยหรือแก้วได้ประมาณ 10 CM.

ที่กันหนังสือ

จากขนาดของนิตยสารที่สามารถแบ่งได้ในท้องตลาดเป็น 4 ประเภทคือ

ขนาดฉบับกระเป๋า	ประมาณ	6 x 9	นิ้ว
ขนาดมาตรฐาน	ประมาณ	8 x 11	นิ้ว
ขนาดนิตยสารภาพ	ประมาณ	10 x 13	นิ้ว
ขนาดหนังสือพิมพ์เล็ก	ประมาณ	11 x 14	นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบที่กันหนังสือ เลือกโดยใช้นิตยสารขนาดฉบับกระเป่าเป็นเกณฑ์ เพราะเป็นขนาดที่เล็กมากที่สุด สะดวกในการหยิบจับ เหมาะสมกับขนาดของมือคนและสามารถจัดวางได้ตามชั้นหนังสือขนาดมาตรฐานได้ดีและมีแนวโน้มความนิยมมากขึ้น ซึ่งมีผลให้ขนาดของที่กันหนังสือกระทัดรัดขึ้นช่วยให้ผู้ใช้สามารถพกพากลับไปได้อย่างสะดวก

-ความสูงของที่กันหนังสือควรมีความสูงอย่างต่ำ 4.5 นิ้ว หรือครึ่งหนึ่งของนิตยสารขนาดฉบับกระเป่า

-ความสูงของที่กันหนังสือที่มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานประมาณ 4.5-9 นิ้ว

-ส่วนความกว้างของที่กันหนังสือไม่ควรเกิน 6 นิ้ว เพราะจะเกินความกว้างของนิตยสาร ดูไม่สวยงามและขาดความสะดวกในการใช้งานบนโต๊ะหนังสือ

ที่ใส่เครื่องเขียน

ลักษณะการใช้งานจะเขียนในแนวตั้ง ดังนั้นความสูงของที่ใส่เครื่องเขียนจึงมีความสำคัญ เพราะต้องไม่สูงมากจนบังเครื่องเขียน จนทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน และต้องไม่เตี้ยเกินไปเพราะอาจจะล้มลงได้เมื่อวางปากกาและดินสอเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องวางมาตรฐานความสูงใช้ในการออกแบบคือ

-ความสูงต่ำสุดไม่ควรน้อยกว่า $\frac{3}{4}$ ของความสูงเครื่องเขียนชนิดเล็กสุดคือไม่ควรสูงน้อยกว่า 9 CM.

-ความสูงมากที่สุดไม่ควรสูงกว่า $\frac{2}{3}$ ของความสูงเครื่องเขียนชนิดใหญ่สุดคือไม่ควรสูงกว่า 12 CM.

2.5 ข้อมูลเรื่องหลักพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ

แสง เนื้อหาประกอบด้วย

- แสงและเงา
- แสงหักเห
- การบันทึกรูปภาพ
- การแยกแสงเป็นสี
- การขจัดสี
- การเลี้ยวเบน
- สเปกตรัม
- แสงโพลาไรซ์
- แสงไฟฟ้า
- แสงสะท้อน
- มองผ่านเลนส์
- การฉายภาพ
- การผสมสี
- อนุภาคและคลื่น
- การแทรกสอด
- อะตอมและแสง
- พลังงานแสง
- เลเซอร์

แสงและเงา เราเริ่มมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้วว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรง เราสามารถพิสูจน์เรื่องนี้ได้ โดยสังเกตลำแสงที่ลอดผ่านรูเล็ก ๆ เข้ามาในห้องที่มีฝุ่นละอองหรือเครื่องฉายภาพ แสงจากเครื่องฉายภาพจะกระจายออกเป็นรูปพัดไปตกลงจากเป็นเส้นตรง และถ้ามีใครมายืนขวางอยู่ข้างหน้าจาก ตัวเขาก็จะบดบังแสงบางส่วนไม่ให้ไปถึงจนทำให้เกิดเป็นเงาขึ้น

แสงหักเห เมื่อแสงผ่านตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ทางเดินแสงจะเบี่ยงเบน หรือหักเห ถ้าเราลองจุ่มวัตถุในแก้วที่มีน้ำ เราจะเห็นการหักเหเมื่อแสงผ่านจากน้ำสู่อากาศ ซึ่งทำให้รูปทรงของวัตถุเปลี่ยนไป มนุษย์รู้จักการหักเหของแสงมานานแล้วและนักวิทยาศาสตร์รุ่นแรก ๆ เชื่อว่าการหักเหของแสงเป็นปรากฏการณ์ที่แน่นอน จึงพยายามหากฎทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณความหักเห ปีโตเลมี (ค.ศ. 90-168) นักภูมิศาสตร์ชาวอียิปต์ อาจเป็นบุคคลแรกที่วาง กฎการหักเหของแสง แต่ใช้ได้ในบางกรณีเท่านั้น จึงเป็นมาตรฐานไม่ได้ อัลฮยาเซ็นเป็นนักวิทยาศาสตร์อีกผู้หนึ่งที่ศึกษาการหักเหของแสง แต่ก็ยังคำนวณไม่ได้ว่าแสงหักเหได้แค่ไหน ปัญหานี้ได้หมดไปในปี ค.ศ. 1621 เมื่อวิลลาร์ดบรอร์ค สเนลล์ สามารถตั้งกฎอธิบายการหักเหได้ชัดเจนที่สุด ดังนั้นกฎการหักเหของแสงในปัจจุบันจึงชื่อว่า "กฎของสเนลล์"

มองผ่านเลนส์ เวลาที่เรามองวัตถุผ่านหน้าต่าง ภาพที่วัตถุที่เห็นจะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะมีหน้าต่างหรือไม่ก็ตาม แต่ถ้าเรามองผ่านแก้วบรรจุน้ำออกไป ภาพที่เห็นจะบิดเบือนหรืออาจกลับหัว ที่เห็นเช่นนี้ก็เพราะแก้วที่บรรจุน้ำจะเป็นเสมือนเลนส์ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงทิศทางของแสงที่ผ่านตัวมัน เลนส์จำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ เลนส์นูน ซึ่งจะรวมแสงเข้าหากัน และเลนส์เว้า ซึ่งจะกระจายแสงออกจากกัน ถ้าแสงขนานเดินทางผ่านเลนส์นูน เลนส์จะเปลี่ยนทิศทางเดินของแสงไปตัดกันอีกจุดหนึ่ง เราเรียกว่า "จุดโฟกัส" ระยะจากจุดศูนย์กลางของเลนส์ถึงจุดโฟกัสหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า "ระยะโฟกัส" ระยะโฟกัสยิ่งสั้นมากเท่าใด เลนส์ก็ยิ่งมีประสิทธิภาพในการรวมแสงมากยิ่งขึ้นเท่านั้น

การบันทึกภาพ เมื่อประมาณ 1,000 ปีก่อน นักวิทยาศาสตร์ชาวอาหรับนามว่า อัลฮาเซ็น ได้อธิบายถึงวิธีการสร้างภาพของดวงอาทิตย์ในห้องมืด ด้วยการให้แสงอาทิตย์ผ่านรูเล็ก ๆ ที่ผนัง เพื่อให้เกิดภาพของดวงอาทิตย์บนผนังด้านตรงข้าม หลักการดังกล่าวได้นำไปใช้ในการผลิตกล้อง " กล้องคาเมรา ออปสคูรา " (CAMERA OBSCURA) ซึ่งเป็นภาษาละตินแปลว่าห้องมืดกล้องนี้ ได้กลายเป็นของแปลกใหม่ที่ผู้คนในสมัยนั้นนิยมใช้ดูดวงอาทิตย์และทิวทัศน์ กล้องคาเมรา ออปสคูราแบบหิ้วได้ที่สร้างขึ้นในทศวรรษ 1660 นั้น มีส่วนประกอบทุกอย่างเหมือนกล้องถ่ายรูปในปัจจุบัน เช่น เลนส์ จากกระจกและกลไกโฟกัสภาพ ต่างกันเพียงว่าเป็นกล้องที่ยังไม่สามารถบันทึกภาพไว้ได้เท่านั้น จนกระทั่งอีก 150 ปีต่อมา โจเซฟ นีเอปซ์ จึงได้ค้นพบวิธีบันทึกภาพ หลังจากนั้นศาสตร์แห่งการถ่ายภาพจึงได้เกิดขึ้นอย่างแท้จริง

การฉายภาพ เมื่อเรานำบันทึกภาพด้วยการถ่ายรูป เลนส์จะสร้างภาพกลับหัวขนาดเล็กของวัตถุลงบนฟิล์ม ถ้าเราแทนที่ฟิล์มด้วยแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็ก ๆ แสงก็จะเดินทางไปในทิศทางตรงกันข้าม และเลนส์ตัวเดียวกันจะสร้างภาพขนาดใหญ่ขึ้นบนฉากที่อยู่นอกตัวกล้อง โดยลักษณะนี้ กล้องถ่ายรูปก็ได้แปรสภาพเป็นเครื่องฉายภาพแล้ว และภาพที่ฉายออกมาจะเป็นภาพนิ่ง ถ้าเราฉายภาพนิ่งจากภาพหนึ่งไปยังอีกภาพหนึ่งด้วยความเร็วมาก ๆ คือมากกว่า 15 ภาพต่อวินาที สมองและตาของเราจะจับภาพแต่ละภาพได้ไม่ทัน ดังนั้นแทนที่จะเห็นเป็นภาพที่ละภาพ เราจะเห็นภาพต่าง ๆ รวมกันจนดูปะปนกันไปหมด สิ่งที่เราสังเกตเห็นได้แก่ ส่วนที่มีความแตกต่างเด่นชัดในแต่ละภาพ

การแยกแสงเป็นสี ในปี ค.ศ. 1665 ได้เกิดกาฬโรคระบาดไปทั่วทางตอนใต้ของเกาะอังกฤษ ทำให้สถานศึกษาต่าง ๆ รวมทั้งมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ต้องหยุดเรียน แต่ไอแซก นิวตัน ซึ่งยังเป็นนักศึกษาอยู่ที่นั่นในขณะนั้น กลับตั้งหน้าตั้งตาศึกษาหาความรู้ต่อไปทั้งที่มหาวิทยาลัยและที่บ้าน ความมุมานะของเขาในช่วงนี้เองได้ส่งผลให้นิวตันกลายเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุดคนหนึ่งของโลก นิวตันได้ทำการทดลองว่าเมื่อแสงผ่านปริซึมนั้นแสงจะเกิดการหักเหอย่างไร เขาพบว่าแสงแต่ละสีจะหักเหไม่เท่ากัน นิวตันจึงได้ทดลองในขั้นต่อไปว่าเกิดอะไรขึ้นถ้าปล่อยให้แสงแดดผ่านปริซึมแล้วไปตกที่ฉาก นิวตันได้ทำการทดลองนี้กับแสงแดดที่ผ่านทะลุเข้ามาในห้อง ผลที่ได้จะเห็นเป็นภาพของดวงอาทิตย์กระจายเป็นแนวยาว มีขอบสีน้ำเงินด้านหนึ่งและสีแดงอีกด้านหนึ่ง แต่เมื่อทดลองซ้ำโดยให้แสงผ่านช่องแคบเดี่ยวแทนที่จะเป็นรูอย่างครั้งแรก ผลที่ได้ก็ยิ่งน่าสนใจขึ้นคือ แสงสีขาวจะแยกออกเป็นแสงสีต่าง ๆ แล้วกระจายออกเป็นแถบยาวที่เรียกต่อมาในภายหลังว่า "สเปกตรัม" นิวตันสรุปผลการทดลองครั้งนี้และต่อมาอีกหลายครั้งว่าแสงสีขาวประกอบด้วยแสงหลาย ๆ สีและการใช้ปริซึมสามารถแยกสีต่าง ๆ ออกจากกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผสมสี เมื่อเราฉายแสงสีเขียวและแสงสีแดงไปตกที่จุดเดียวกันบนผนัง เราจะไม่เห็นสีแดง แกรมเขียวหรือสีเขียวแกรมแดง แต่จะเห็นเป็นสีเหลืองถ้าเราฉายแสงสีน้ำเงินเป็นสีที่สามเพิ่มเข้าไป สีก็จะเปลี่ยนไปอีกแทนที่จะเป็นสีน้ำเงินแกรมเขียวแกรมแดง ก็จะกลับกลายเป็นแสงสีขาวขึ้น เมื่อไอแซก นิวตันดำเนินการทดลองการแยกแสงของเขานั้น เขาได้สร้างแสงสีขาวจากการรวมสีทั้งหมดของสเปกตรัม ไม่จำเป็นต้องใช้สีทุกสีของสเปกตรัม เฉพาะสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ก็เพียงพอที่จะผสมกันเป็นสีขาวได้แล้ว ด้วยเหตุนี้เราจึงเรียกทั้งสามสีนี้ว่า "สีปฐมภูมิ" หรือแม่สี

การขจัดสี ทุกสิ่งที่มีมองเห็นได้ล้วนให้แสงออกมา แต่การให้แสงออกมามีด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ วัตถุบางอย่างเป็นแหล่งกำเนิดแสงโดยตัวเองซึ่งหมายความว่าวัตถุนั้นให้แสงออกมาจริง ๆ หลอดไฟก็เป็นตัวอย่างหนึ่งของวัตถุที่สร้างแสงขึ้นมาโดยใช้พลังงานไฟฟ้าไปทำให้ไส้หลอดร้อน หากสองหลอดไฟไปที่ผนัง ผนังก็จะให้แสงออกมาเช่นเดียวกัน แต่ผนังไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสง ผนังเพียงแต่สะท้อนแสงที่มาจากแหล่งกำเนิดแสงอื่น วัตถุที่ไม่ได้สร้างแสงขึ้นมาด้วยตัวเองทำให้มีสีขึ้นมาได้ด้วยกระบวนการ "การขจัดสี" เมื่อแสงสีขาวตกลงบนวัตถุ วัตถุนั้นจะดูดกลืนสีบางสี และสะท้อนหรือส่งผ่านสีอื่น ๆ ออกมา ด้วยเหตุนี้จึงอธิบายได้ว่าทำไมไม้จึงดูเป็นสีเขียว ไม้ไม่ดูดกลืนสีเกือบทั้งหมดในแสงอาทิตย์ยกเว้นสีเดียวคือ สีเขียว และสะท้อนสีนี้ออกมาเพราะฉะนั้นจึงเห็นไม้เป็นสีเขียว

อนุภาคและคลื่น อิทธิพลของแสงเห็นได้ง่ายมากในช่วงปลายทศวรรษ 1600 ไอแซก นิวตันได้พยายามที่จะตอบปัญหาว่าแสงประกอบขึ้นด้วยอะไร และเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้อย่างไร เขาเชื่อว่าแสงคงประกอบขึ้นอนุภาคหรือไม่ก็คลื่นอย่างใดอย่างหนึ่ง เพราะว่าทฤษฎีอนุภาคใช้อธิบายปรากฏการณ์และข้อเท็จจริงส่วนใหญ่ได้ ทฤษฎีนี้จึงเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในหมู่นักศิษย์ของนิวตัน แต่นักฟิสิกส์ชาวฮอลันดา ชื่อคริสเตียน ฮอยเกนส์ ไม่ยอมรับทฤษฎีอนุภาคและได้นำเสนอเหตุผลหลายประการ เพื่อสนับสนุนความเชื่อที่ว่าแสงเดินทางในรูปของคลื่น แต่ก็ไม่มีใครเชื่อจนเวลาล่วงเลยไปกว่า 100 ปีจึงเกิดการทดลองครั้งสำคัญที่ให้หลักฐานยืนยันทฤษฎีคลื่น ต่อมาได้มีการค้นพบเพิ่มเติมเกี่ยวกับธรรมชาติของแสง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทฤษฎีอนุภาคและทฤษฎีคลื่นสามารถใช้อธิบายเรื่องแสงได้ถูกต้องแล้วแต่กรณี

การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษชื่อ ทอมัส ยัง ได้อธิบายถึงการทดลองอันหนึ่ง ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจใหม่ ๆ เกี่ยวกับแสง ยังได้ศึกษาเรื่องตาและเสียงของคน ในสมัยนั้นผู้คนจำนวนมากเชื่อว่าเสียงเดินทางเป็นคลื่น และก็คิดว่าแสงก็น่าจะเดินทางเป็นคลื่นด้วยเหมือนกัน เช่นเดียวกับ ฟราสเซลโก กริมาลดี นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลี ยังได้สังเกตเห็นว่ารังสีของแสงแพร่กระจายออกไป หรือ เลี้ยวเบน เมื่อแสงผ่านช่องที่แคบมาก ๆ และเมื่อทดลองให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านช่องแคบ 2 ช่อง ที่อยู่ข้าง ๆ กันแล้วตกกระทบบนจอ เขาพบว่าถ้าช่องทั้ง 2 กว้างและอยู่ห่างกันจะเห็นแถบของแสงซ้อนกันอยู่ 2 แถบพอดีแต่ถ้าช่องทั้งสองแคบมากและอยู่ใกล้กัน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงจะสร้างแถบต่าง ๆ ของสี เรียกว่า "แถบรั้วการแทรกสอด" ยังได้ตระหนักรู้ว่าแถบสีนี้จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อแสงเป็นคลื่นเท่านั้น

การแทรกสอด การแทรกสอดเป็นปรากฏการณ์ที่ไม่เพียงสังเกตเห็นได้ในการทดลองทางทัศนศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเห็นได้ในวัตถุต่าง ๆ อีกมากมาย ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตและไม่ใช่วิถีการแทรกสอดทำให้เกิดสีดสดสว่างบางสี รวมทั้งลวดลายที่สลับซับซ้อนที่สุดในโลก สีของการแทรกสอดสร้างขึ้นด้วยวิธีการแตกต่างจากสีซึ่งสร้างขึ้นโดยเม็ดสี ท่ามกลางแสงตอนกลางวัน ผิวหน้าของวัตถุที่เม็ดสีอยู่ เช่น กระดาษสีน้ำเงินแผ่นหนึ่งจะดูเหมือนกันตลอด ไม่ว่าจะมองทางด้านใดของกระดาษ แต่ถ้าเรามองดูคราบของน้ำมันที่ลอยอยู่บนน้ำหรือขนหางของนกยูง สิ่งปรากฏจะแตกต่างกัน สีที่เห็นบนวัตถุจะขึ้นกับมุมที่เรามอง ถ้าเราเปลี่ยนตำแหน่งของสายตาก็จะเปลี่ยนไป หรืออาจหายไปทั้งหมด ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเพราะรูปทรงของพื้นผิวที่อยู่แยกจากกันเล็กน้อยสร้างสี เหลือบขึ้น พื้นผิวเหล่านี้จะสะท้อนแสงในลักษณะพิเศษ ทำให้รังสีของแสงแทรกสอดซึ่งกันและกัน

สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงปี ค.ศ. 1799-1800 วิลเลียม เฮอร์เชลได้ดำเนินการทดลองที่แตกต่างกันนับสิบ ๆ ครั้ง เพื่อทดสอบดูความสัมพันธ์ระหว่างแสงและความร้อน ในการทดลองครั้งหนึ่งเขาได้ทำให้เกิดสเปกตรัมด้วยการใช้ปริซึม แล้วขจัดออกหมดโดยเหลือไว้เพียงสีแดง เขาปล่อยให้แสงนี้ตกลงบนเทอร์โมมิเตอร์และบันทึกอุณหภูมิที่วัดได้ เฮอร์เชลพบว่า แสงสีม่วงให้ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุด ขณะที่แสงสีแดงให้ค่าสูงกว่า ส่วนที่มีอุณหภูมิสูงสุดวัดได้จากบริเวณที่ไม่มีแสงให้เห็นซึ่งอยู่พ้นจากปลายแสงสีของสเปกตรัม เขาได้ค้นพบการแผ่รังสี "อินฟราเรด" ซึ่งเป็นรูปหนึ่งของพลังงานคลื่นที่สัมผัสด้วยความรู้สึกได้ แต่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตามนุษย์ เขาสรุปว่า แสงและรังสีอินฟราเรดเป็นพลังงาน 2 รูปที่แตกต่างกัน ปัจจุบันเป็นที่ทราบแล้วว่า คลื่นแสงและคลื่นอินฟราเรดต่างก็เป็นส่วนหนึ่งของ "สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า"

อะตอมของแสง ในปี ค.ศ. 1802 วิลเลียม ไฮด์ วูลล์สตัน ได้ค้นพบความจริงอันน่าพิศวงเกี่ยวกับแสงอาทิตย์ เขาพบว่าสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ไม่มีลักษณะเป็นแถบแสงต่อเนื่องกันตลอด แต่มีช่องว่างแคบ ๆ หลายร้อยช่องซึ่งแสดงว่าแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะช่องนั้นได้หายไป นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน โยเซฟ ฟอน เฟราน์โฮเฟอร์ ได้ทำผังแสดงของดังกล่าวไว้กว่า 500 ช่องพร้อมตั้งชื่อด้วยตัวอักษรหนึ่งตัวสำหรับช่องว่างสำคัญแต่ละช่อง ต่อมาพบว่าอะตอมทุกอะตอมสามารถแผ่หรือดูดกลืนแสงเฉพาะความยาวคลื่นบางช่วง และช่องว่างในสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ก็เกิดขึ้นจากการดูดกลืนนั่นเอง การค้นพบดังกล่าวนับเป็นการค้นพบที่ยิ่งใหญ่ เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่าอะตอมและแสงเกี่ยวข้องกันอย่างมาก

แสงโพลาไรซ์ โดยปกติ เมื่อเรามองผ่านวัตถุหนึ่งผ่านตัวกลางที่เป็นวัตถุโปร่งใส เรามักมองเห็นภาพของวัตถุนั้นเป็นภาพเดี่ยว ในปี ค.ศ. 1669 อีราสมุส บาร์โทลิน อธิบายว่าผลึกไอซ์แลนด์ ทำให้เกิดภาพคู่หรือภาพซ้อนได้อย่างไร เขาได้ทดลองหมุนผลึกชิ้นหนึ่งและพบว่าจะเกิดภาพเคลื่อนที่

เอ็กสารีนเป็นเอ็กสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอ็กสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพหนึ่ง ในขณะที่อีกภาพหนึ่งคงอยู่กับที่ ในปี ค.ศ. 1808 นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้มองผ่านผลึกไอส์แลนด์ สปาร์ภายใต้แสงสะท้อน และพบว่ามีการหักเหของแสง 2 แบบ ซึ่งทำให้ผลึกเบนแสงไปในทิศทางต่างกัน ปัจจุบันเป็นที่ทราบแล้วว่าความแตกต่างระหว่างแสง 2 รูปแบบนี้เกิดจาก "โพลาไรซ์" หมายถึงสภาพที่มีขั้ว หรือธรรมชาติของคลื่น แสงกลางวันปกติเป็นแสง "ไม่โพลาไรซ์" คือคลื่นแสงจะเคลื่อนที่ขึ้นลงในทุกมุมตามทิศทางการเคลื่อนที่ ส่วนแสงสะท้อนเป็นแสงโพลาไรซ์บางส่วน ซึ่งหมายความว่า คลื่นแสงสะท้อนมักเคลื่อนที่ไปในระนาบหนึ่งเสมอ

พลังงานแสง ทุก ๆ วันโลกถูกอาบด้วยพลังงานปริมาณมหาศาลจากดวงอาทิตย์ ในช่วงเวลา 1 ปี พื้นดินเพียง 1 ตารางเมตรในบริเวณของโลกที่มีแสงอาทิตย์สม่ำเสมอจะได้รับพลังงานแสงกว่า 2,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ถ้าพลังงานทั้งหมดนี้สามารถเก็บสะสมไว้และเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้า ก็จะได้พลังงานเพียงพอที่จะต้มน้ำในกาจนเดือดไม่หยุดเลยนานถึง 6 สัปดาห์ ในโลกของธรรมชาติ พลังงานแสงอาทิตย์ถูกเก็บสะสมไว้ในใบไม้ เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืช พลังงานแสงอาทิตย์ไม่เคยหมดไปจากโลกไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและไม่มีมลพิษ อย่างไรก็ตาม การเก็บสะสมพลังงานแสงอาทิตย์และแปลงให้อยู่ในรูปที่ใช้ประโยชน์ได้ไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะในกระบวนการแต่ละขั้นตอนจะมรพลังงานจำนวนมากสูญหายไป แม้ว่าจะมีข้อเสียหลายประการดังกล่าว ก็มีแนวโน้มว่าพลังงานแสงอาทิตย์จะมีบทบาทเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญต่อไปในอนาคต

แสงไฟฟ้า ประวัติศาสตร์ของแสงไฟฟ้าเริ่มต้นขึ้นในตอนต้นทศวรรษ 1800 เมื่อมีการใช้โคมไฟถ่าน ซึ่งทำงานโดยให้กระแสไฟฟ้าไหลข้ามช่องระหว่างแท่งคาร์บอน 2 แท่ง ที่จัดระยะห่างกันเล็กน้อย โคมไฟถ่านให้แสงสว่างกว่าเทียนไขหรือหลอดไฟก๊าซอย่างมาก แต่มีข้อเสียคือติดตั้งยากและเสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้ ในช่วงทศวรรษ 1870 ได้เริ่มมีการแสวงหาหนทางที่จะสร้างแสงไฟฟ้าแรงเคลื่อนต่ำที่ปลอดภัย และในที่สุดก็ประสบความสำเร็จเมื่อทอมัส เอดิสัน และโจเซฟ สวอนสามารถคิดค้นหลอดไฟแบบใหม่ได้ในเวลาใกล้เคียงกัน บุคคลทั้งสองจึงได้รับยกย่องให้เป็นผู้กำเนิดหลอดไฟฟ้าที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

แสงเลเซอร์ แสงที่เราเห็นกันตามปกติเกิดจากการผสมผสานของแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นหรือแสงสีต่าง ๆ กันมากมาย ข้อสรุปนี้อธิบายได้ด้วยปัจจัย 2 ประการ คือ ประการแรก อะตอมปกติจะแผ่แสงออกมาอย่างไม่เป็นระเบียบประการที่สองเมื่อเป็นเช่นนั้น คลื่นแสงที่อะตอมสร้างขึ้นจึงอยู่คลาดจังหวะกันด้วย แต่แสงเลเซอร์นั้นมีลักษณะต่างออกไปจากแสงปกติคือ แสงเลเซอร์ประกอบด้วยความยาวคลื่นเพียงช่วงเดียว และคลื่นทั้งหมดยังเป็น "อาพันธ์" หรือติดกันโดยไม่แน่นอนหน้าด้วย ดังนั้นคลื่นทั้งหมดจึงอยู่ในจังหวะซึ่งกันและกัน แสงเลเซอร์ทำขึ้นได้โดยการป้อนพลังงานเข้าไปในสารที่อาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ เมื่อสารนั้นได้รับพลังงานเข้าไป อะตอมก็เริ่มปลดปล่อยแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะช่วงหนึ่ง เมื่อแสงจากอะตอมหนึ่งกระทบกับ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะตอมข้างเคียง ก็จะปลดปล่อยแสงออกมามากขึ้นและปฏิกิริยาถูกไอนี้ยังคงเกิดต่อเนื่องต่อไป จนกระทั่งอะตอมจำนวนมากแผ่แสงออกมาทั้งหมดในเวลาเดียวกัน แสงจากจากอะตอมจะสะท้อนกลับไปกลับมาภายในเครื่องเลเซอร์ โดยกระจกเงาชนิดพิเศษเมื่อแสงเริ่มเข้มข้นมากขึ้น แสงบางส่วนก็จะผ่านกระจกบานหนึ่งออกมาและเกิดลำแสงเลเซอร์ขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สสาร เนื้อหาประกอบด้วย

-ของแข็ง	-ผลึก
-โลหะ, โลหะผสม	-ของเหลว
-ก๊าซ	-การเปลี่ยนสถานะ
-คอลลอยด์และแก้ว	-สารผสมและสารประกอบ
-การจัดตารางธาตุ	-องค์ประกอบของสสาร
-โมเลกุล	-กัมมันตภาพรังสี
-ภายในอะตอม	-อิเล็กทรอนิกส์ ระดับพลังงานและพันธะ
-โครงสร้างของนิวเคลียส	-การแบ่งแยกของอะตอม
-สสารความร้อนสูง	-แรง 4 ชนิด
-กำเนิดและอวสานของสสาร	

สสารคืออะไร ทุกสิ่งที่พบเห็นในทุกแห่งทุกหนทั่วเอกภพ นับจากดวงดาวอันไกลโพ้นจนถึงผงธุลีอันละเอียดดึบ ล้วนประกอบด้วยสสารในรูปแบบต่างๆ มากมายอย่างไม่น่าเชื่อ เมื่อประมาณ 200 ปีก่อนนั้น บรรดานักวิทยาศาสตร์ถือว่าความร้อนเป็นรูปแบบหนึ่งของสสาร แต่ปัจจุบันเป็นที่รู้กันแล้วว่าความร้อนเป็นเพียงการเคลื่อนที่ของอนุภาคเล็กๆ ในสสาร เสียงก็เป็นการเคลื่อนที่ในอีกรูปแบบหนึ่งของสสารด้วยเหมือนกัน พลังงานในหลายรูปแบบเช่นรังสีต่างๆ เป็นต้นว่า แสง คลื่นวิทยุ และรังสีเอ็กซ์ มักถือกันว่าไม่ใช่สสาร แม้ว่ารังสีเหล่านี้มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสสารก็ตาม สสารที่แตกต่างกันทั้งหมดเหล่านี้มีสิ่งหนึ่งร่วมกันคือ มวล มวลเป็นปริมาณของเนื้อสสารหรือวัตถุใดๆ และแสดงตัวให้เห็นในรูปของแรงต้านทานเมื่อมีการเคลื่อนย้ายวัตถุนั้น ตัวอย่างเช่น รถบรรทุก ที่มีมวลมากจึงมีแรงต้านทานมาก สสารทุกชิ้นในเอกภพต่างก็จะต้องดูดสสารอีกชิ้นหนึ่งทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณของสสาร คือสสารชิ้นใหญ่จะมีแรงดึงดูดมากกว่าสสารชิ้นเล็ก

ของแข็ง นับตั้งแต่มนุษย์เริ่มสังเกตความเป็นไปของโลกใบนี้อย่างละเอียด มนุษย์ก็ได้แบ่งสสารออกเป็น 3 สถานะหลักๆ คือ ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ ของแข็งชิ้นหนึ่งๆ จะมีรูปร่างที่แน่นอนต่างจากของเหลวหรือก๊าซ การเปลี่ยนแปลงของของแข็งจึงต้องให้แรงจำนวนหนึ่งเสมอ ซึ่งอาจจะเป็นแรงมากหรือแรงน้อยก็ได้ การบีบอัดหรือยืดแผ่นของแข็งสามารถเปลี่ยนแปลงปริมาตร(ปริมาณเนื้อที่ที่ของแข็งอยู่) ของของแข็งได้ แต่ตามปกติจะเปลี่ยนแปลงได้ไม่มากนัก เมื่อของแข็งได้รับความร้อน ของแข็งส่วนใหญ่มักจะกลายเป็นของเหลวและก๊าซได้ตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ของแข็งบางชนิด เช่น หินปูน จะสลายตัวได้เมื่อได้รับความร้อน ของแข็งที่สำคัญที่สุด 2 ชนิด ได้แก่ ผลึกและโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลึก มนุษย์มองเห็นผลึกเป็นสิ่งอันชวนพิศวงมาตั้งแต่สมัยโบราณกาล ผลึกมักมีความงามในตัวเอง
 อย่างมากและรูปทรงก็แตกต่างกันออกไป แต่รูปทรงพื้นฐานของผลึกนั้นมีเพียง 6 แบบเท่านั้น รูปทรงที่
 เป็นระเบียบของแต่ละผลึกเกิดจากการจัดเรียงตัวของอะตอมภายใน วัตถุและวัสดุจำนวนมาก เช่น หิน
 ย้อยและโลหะส่วนใหญ่ เมื่อมองดูด้วยตาเปล่าจะเห็นเป็นรูปทรงซึ่งไม่มีระเบียบ แต่เมื่อนำมาตรวจดู
 ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีอำนาจขยายสูง ก็จะได้เห็นผลึกขนาดจิ๋วแบบเดียวกันมากมายเต็มไปหมด ผลึก
 หลายชนิดมีคุณค่ามากในวงการอุตสาหกรรม และบางชนิด เช่น ควอตซ์(ใช้ในนาฬิกา)และซิลิคอน(ใช้
 ในคอมพิวเตอร์)สามารถปลูกในห้องปฏิบัติการได้

โลหะ,โลหะผสม โลหะ 3 ชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุด ได้แก่ เหล็ก เหล็กกล้า และอะลูมิเนียม เหล็ก
 และอะลูมิเนียมเป็นธาตุประเภทโลหะทั้งคู่ แต่เหล็กกล้าเป็นโลหะที่เกิดจากการผสมของเหล็กและ
 คาร์บอน เราเรียกสารที่ได้จากการรวมตัวของโลหะต่างชนิด หรือโลหะกับอโลหะว่า อัลลอย (alloy)
 หรือโลหะผสม เมื่อโลหะรวมเข้ากับสารอื่นไม่ว่าจะเป็นโลหะหรืออโลหะ โลหะผสมที่ได้มักแข็งแรงมาก
 ขึ้น โลหะส่วนมากจะพบอยู่ในสินแร่ปะปนกับธาตุอื่น เช่น ออกซิเจนและกำมะถัน การถลุงแร่จะทำให้
 สามารถแยกเนื้อโลหะออกมา และทำให้โลหะบริสุทธิ์ขึ้นได้ โลหะที่บริสุทธิ์จะมีความแวววาว สามารถ
 ตีขึ้นรูปและดึงเป็นเส้นได้ โลหะมีลักษณะอ่อนตัว ไม่เปราะหรือหักงอได้ง่าย โลหะเป็นตัวนำกระแสไฟ
 ฟ้าและความร้อนที่ดี

ของเหลว ตามแนวคิดของชาวกรีกโบราณซึ่งเชื่อเรื่องธาตุทั้งสี่นั้น ของเหลวทุกชนิดประกอบด้วยน้ำ
 เป็นส่วนมาก อย่างไรก็ตาม ชาวกรีกผู้เชื่อเรื่องอะตอมคิดว่าอะตอมเป็นของเหลวสามารถเคลื่อนที่ไกล
 ไปรอบๆ ซึ่งกันและกันได้ ทำให้ของเหลวไหลและมีรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุ ความคิดอันหลังนี้สอดคล้องกับ
 ความรู้สมัยใหม่ที่ว่า อนุภาคของของเหลวจะดึงดูดซึ่งกันและกันและอยู่ใกล้ชิดกัน จึงไม่เป็นการ
 ง่ายที่จะบีบให้ของเหลวมีปริมาตรเล็กลง หรือยืดให้มีปริมาตรที่ใหญ่ขึ้น แต่เมื่อของเหลวถูกทำให้
 ร้อนขึ้น ช่องว่างระหว่างอนุภาคจะมีขนาดเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้ของเหลวขยายตัว ในทางตรงข้ามเมื่อ
 ของเหลวถูกทำให้เย็นลง ของเหลวก็จะหดตัวลง ของเหลวสามารถละลายสารที่เป็นของแข็งบางชนิด
 ได้ด้วย เช่น ถ้าเราใส่เกลือลงในน้ำ เราจะเห็นเกลือค่อยๆ กลืนหายไปกับน้ำ แต่แท้ที่จริงแล้ว เกลือ
 ได้แตกตัวออกกลายเป็นอะตอมที่มีประจุของไฮเดียมและคลอไรน อะตอมมีประจุเหล่านี้จะแพร่
 กระจายไปทั่วน้ำ ทำให้เกิดสารผสม เรียกว่า สารละลายของเกลือในน้ำ ของเหลวยังสามารถละลาย
 ก๊าซและของเหลวชนิดอื่นได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซ ปรัชญาเมธีโบราณรู้สึกพิศวงกับธรรมชาติอันแท้จริงของก๊าซ ด้วยตระหนักรู้ว่าอากาศไม่ใช่สิ่งว่างเปล่า บ้างก็คาดเดาว่ากลิ่นของน้ำหอมมาจากการแพร่กระจายของอนุภาคเล็กๆ และน้ำค้างแข็งเกิดจากการควบแน่นของไอน้ำที่มองไม่เห็น บ้างก็สังเกตเห็นลมทำให้ต้นไม้ลู่เอนและการพ่นลมแรงๆ ในน้ำทำให้น้ำเกิดเป็นฟองได้ ปรัชญาเมธีในยุคแรกยังเชื่อว่าอากาศเป็นธาตุเดี่ยวที่มี "ความเบา" หรือ ความโน้มเอียงที่จะลอยขึ้น ในศตวรรษที่ 17 เอวีนเยลิสตา ทอริซิเชลลี (ค.ศ. 1608 - 1647) แสดงให้เห็นว่าอากาศก็มีน้ำหนักเช่นเดียวกับของแข็งและของเหลว ในศตวรรษถัดมา นักเคมีได้พิสูจน์ว่าอากาศเป็นสารผสมของก๊าซหลายชนิด และยังสามารถระบุก๊าซต่างๆ ที่ได้จากปฏิกิริยาเคมี หลังจากนั้นไม่นานก็ได้มีการนำก๊าซที่เพิ่งค้นพบมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น ก๊าซที่ได้จากถ่านหินก็นำไปเผาให้แสงสว่างและความร้อน

การเปลี่ยนสถานะ สสารอาจมีการเปลี่ยนสถานะได้หลายแบบ เมื่อเราให้ความร้อนแก่ของแข็งจนถึงอุณหภูมิที่เรียกว่า " จุดหลอมเหลว " ของแข็งนั้นก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว และถ้าให้ความร้อนแก่ของเหลวนั้นจนถึงอุณหภูมิที่เรียกว่า " จุดเดือด " ของเหลวก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซ ทั้งนี้เรายังอาจเปลี่ยนแปลงจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสสารได้ด้วย เช่น การใส่สารเจือปน เช่น เกลือลงในน้ำแข็ง จะทำให้จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งลดต่ำลง ณ อุณหภูมิที่สารผสมของน้ำและเกลือเกิดการหลอมละลาย น้ำแข็งบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิเดียวกันจะยังคงแข็งตัวเช่นเดิม หากเติมเกลือในน้ำ ก็จะเป็นการเพิ่มจุดเดือดและน้ำจะเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติ ความดันก็มีผลกระทบต่อสสารเช่นกัน ในสถานที่ที่ความดันบรรยากาศต่ำ จุดเดือดของน้ำจะต่ำ และความดันที่เพิ่มขึ้นจะทำให้จุดหลอมเหลวของของแข็งลดต่ำลงด้วย

คอลลอยด์และแก้ว สสารบางอย่างจำแนกประเภทได้ยาก เป็นต้นว่า ตะกั่วซึ่งเป็นโลหะ อาจไหลได้แบบของเหลว แต่ช้ามากถึงขนาดนานนับศตวรรษ แก้วเป็นสสารที่คล้ายของแข็ง แต่ที่จริงแก้วเป็นเพียงของเหลวที่แข็งตัวเวดียง ซึ่งอาจใช้เวลาเป็นสิบล้าน ปีในการไหลเลื่อนแม้เพียงเล็กน้อย อะตอมของสารที่กล่าวนี้ไม่ได้ยึดติดกันเหนียวแน่นเป็นระเบียบ การอยู่กันไร้ระเบียบโดยอะตอมสามารถเคลื่อนที่ไปรอบๆ ได้ ทำให้สารนั้นสามารถไหลได้ ส่วนสสารในรูปที่เรียกว่า คอลลอยด์ หรือ สารแขวนลอย เกิดจากการที่สารชนิดหนึ่งอยู่กระจายทั่วสารอีกชนิดหนึ่ง อนุภาคที่กระจายนั้นมีขนาดใหญ่กว่าอะตอมมาก แต่ก็เล็กเกินกว่าจะเห็นด้วยตาเปล่าได้ สสารประเภทคอลลอยด์ได้แก่ แก้วสีต่างๆ โคลนหรือดินเลน ควัน นม หมอก ฟอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น / อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารผสมและสารประกอบ เมื่อเราผสมเกลือและทรายเข้าด้วยกัน เรายังสามารถมองเห็นสารทั้งสองชนิดโดยแยกแยะเป็นเม็ดๆ ได้ สารที่ได้จากการรวมตัวกันอย่างหลวมๆ เรียกว่าสารผสม การผสมกันระหว่างเกลือและทรายสามารถแยกออกจากกันโดยง่าย เราลองเขย่าสารผสมนี้เพียงเบาๆ ก็พบว่าเม็ดทรายซึ่งหนักกว่าจะนอนกันอยู่ด้วยกัน แต่ถ้าเราผสมกาแฟผงสำเร็จรูปกับน้ำร้อน สารทั้งสองจะรวมตัวกันได้สนิทยิ่งขึ้น เรียกว่าสารละลาย ซึ่งแม้จะดูเป็นเนื้อเดียวกันแต่ยังแบ่งแยกกลับเป็นสารเดิมได้ง่ายอยู่ เช่น หากนำสารละลายนี้ไปทำให้ร้อนขึ้นที่ละน้อย น้ำบริสุทธิ์ก็จะระเหยออกมาเป็นไอน้ำ เหลือแต่กาแฟซึ่งเป็นของแข็งไว้ สารต่างๆ ที่รวมตัวกันสนิทที่สุดจนเป็นเนื้อเดียวกันอย่างแท้จริงคือ สารประกอบทางเคมี เมื่อคาร์บอนถูกเผาไหม้ ออกซิเจนจากอากาศจะรวมตัวกับคาร์บอน เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซเหล่านี้ยากที่จะทำให้สลายตัว เราเรียกลักษณะนี้ว่า สารประกอบ

การจัดตารางธาตุ ธาตุเป็นสารบริสุทธิ์ที่ไม่มีสารอื่นเจือปน และไม่สามารถแยกเป็นสารที่ซับซ้อนน้อยกว่านี้ได้ มีการค้นพบธาตุเป็นจำนวนมากในช่วงศตวรรษที่ 18-19 โดยผ่านกรรมวิธีการแยกสลายด้วยไฟฟ้าและสเปกโทรสโกปี (การศึกษาสเปกตรัม) ในการแยกสลายด้วยไฟฟ้านั้น จะมีการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในสารประกอบเพื่อทำให้องค์ประกอบแยกออกจากกัน ส่วนวิธีการทางสเปกโทรสโกปีนั้น แสงที่เกิดจากสารที่ร้อนจัดจะถูกวิเคราะห์ด้วยสเปกโทรสโกปีซึ่งเป็นอุปกรณ์แยกสเปกตรัมเพื่อแสดงแถบสีสเปกตรัมเฉพาะของแต่ละธาตุ ต่อมา ดมิทรี เมนเดเลเยฟ ได้เสนอการจัดระเบียบธาตุให้เป็นหมวดหมู่ด้วยตารางธาตุ โดยอาศัยสมบัติพื้นฐานแบบเดียวกันของธาตุ เช่นความไวในการทำปฏิกิริยา

องค์ประกอบของสสาร เมื่อนักวิทยาศาสตร์ค้นพบธาตุใหม่ๆ มากขึ้น ก็คิดต่อไปว่าธรรมชาติของสสารที่สุดแล้วเป็นอย่างไร จอห์น ดอลตัน ได้สนับสนุนความรู้เรื่องอะตอมของสสารในสมัยโบราณให้กลับมามีอิทธิพลอีกครั้งหนึ่ง ดอลตันแสดงให้เห็นว่าเราสามารถหาน้ำหนักของอะตอมที่สัมพันธ์หรือเปรียบเทียบกับโดยชั่งน้ำหนักของธาตุที่ประกอบกันขึ้นเป็นสารนั้น

โมเลกุล อะตอมของก๊าซบางชนิดสามารถอยู่แยกเป็นอะตอมเดี่ยวได้ แต่อะตอมของสารแทบทุกชนิดมักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเรียกว่าโมเลกุล เช่นโมเลกุลของน้ำประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจน 1 อะตอมและไฮโดรเจน 2 อะตอมมีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ H₂O โมเลกุลของสารบางชนิดอาจประกอบด้วยอะตอมหลายพันอะตอม และมีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุลน้ำมาก มีการอธิบายลักษณะที่อะตอมเอ็กสารนี้เป็นเอ็กสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมเข้าด้วยกันและก่อตัวเป็นโมเลกุล พันธะของอะตอมหนึ่งเปรียบเสมือน ตะขอที่เชื่อมเกี่ยวกับ ตะขอที่คล้ายกันของอีกอะตอมหนึ่ง

กัมมันตภาพรังสี ความเชื่อที่ว่าอะตอมเป็นสิ่งที่ไม่อาจแบ่งแยกและเปลี่ยนแปลงได้จน ค.ศ. 1900 ก็เริ่มมีการพิสูจน์ความเชื่อดังกล่าวที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากมีการค้นพบเรื่องกัมมันตภาพรังสีซึ่งเป็นรังสีมองไม่เห็นที่แผ่ออกมาจากอะตอมบางชนิด โดยไม่ตกอยู่ในอิทธิพลของปฏิกิริยาเคมี อุณหภูมิหรือปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ รังสีเหล่านี้เรียกว่า แอลฟา บีตา แกมมา รัทเทอร์ฟอร์ดพบว่าอนุภาคแอลฟา ก็คืออะตอมฮีเลียมที่ไร้อิเล็กตรอน และบีตาก็คืออิเล็กตรอนความเร็วสูง เมื่อแอลฟาหรือบีตาถูกยิงออกจากอะตอมของธาตุชนิดหนึ่งอะตอมที่เหลือจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และอาจกลายเป็นของอะตอมของธาตุชนิดใหม่ ปัจจุบันเราทราบแล้วว่าหากร่างกายได้รับรังสีในปริมาณมากๆ หรือปริมาณน้อยแต่ต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ อาจทำให้ป่วยและถึงแก่ชีวิตได้ แต่กัมมันตรังสีมีประโยชน์มากมาย เช่น รังสีแกมมานำไปใช้ตรวจรอยร้าวหรือตำหนิภายในโลหะวัตถุได้ ในทางการแพทย์ การเคลื่อนที่ของยาไปตามอวัยวะทั่วร่างกายสามารถติดตามได้ด้วยตัวตามรอยที่มีกัมมันตภาพรังสี นักโบราณคดี อาจตรวจสอบอายุของโบราณวัตถุโดยวัดค่ากัมมันตภาพรังสีของวัตถุนั้น

อิเล็กตรอน ระดับพลังงานและพันธะ คำอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอมเริ่มชัดเจนขึ้นในทศวรรษ 1900 แต่กฎของฟิสิกส์ในขณะนั้นก็อธิบายไม่ได้ว่าเหตุใดอิเล็กตรอนไม่เคลื่อนที่เป็นเกลียวอย่างรวดเร็วแล้วรวมกับนิวเคลียสโดยตรง แต่กลับเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในลักษณะดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ต่อมาจึงพบว่าอิเล็กตรอนจะได้รับการยินยอมให้มีพลังงานได้เพียงบางค่า บอห์รพบว่าอิเล็กตรอนที่มีพลังงานต่ำสุดจะมีวงโคจรใกล้เคียงนิวเคลียสที่สุด ส่วนอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงสุดจะโคจรไกลสุด ต่อมามีการค้นพบว่าอิเล็กตรอนจำนวนจำกัดในแต่ละระดับพลังงาน อิเล็กตรอนในอะตอมจะอยู่ซ้อนกันเป็นชั้นๆ ในรูปของเปลือก หรือชั้นพลังงานรอบนิวเคลียส อิเล็กตรอนของอะตอมในชั้นพลังงานนอกสุดจะกำหนดสมบัติทางเคมีของอะตอมนั้น อะตอมที่มีอิเล็กตรอนเต็มระดับพลังงานชั้นนอกสุดจะทำปฏิกิริยาได้ไม่ไวเท่ากับอะตอมที่มีอิเล็กตรอนเดียวในชั้นพลังงานนอกสุด ทั้งนี้อิเล็กตรอนในชั้นพลังงานนอกสุดของอะตอมหนึ่งจะรวมกับอะตอมอื่นๆ หรือสร้างพันธะเคมีเกิดเป็นโมเลกุล การจำลองภาพอะตอมแบบใหม่นี้ใช้อธิบายปฏิกิริยาของอะตอมในกระบวนการต่างๆ

โครงสร้างของนิวเคลียส ได้มีการค้นพบว่าอะตอมมีประจุบวกที่นิวเคลียส รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่านิวเคลียสประกอบด้วยอนุภาคซึ่งมีประจุบวกเรียกว่า "โปรตอน" โดยพิสูจน์ว่าโปรตอนมีอยู่จริงจากการทดลองให้อนุภาคแอลฟาไปชนกับนิวเคลียสของไนโตรเจนซึ่งทำให้มีโปรตอนหลุดออกมา ต่อมาค้นพบว่าภายในนิวเคลียสยังมีอนุภาคอื่นอีกนอกจากโปรตอน เรียกว่า นิวตรอน ซึ่งเป็นอนุภาคที่ไม่มีการค้าไม่ว้ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประจุ และมีมวลขนาดใกล้เคียงกับโปรตอน ทุกนิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน จำนวนของโปรตอนจะกำหนดจำนวนอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่รอบนิวเคลียส และบอกถึงสมบัติทางเคมีของอะตอมนั้น ธาตุทุกชนิดจะมีไอโซโทปต่างกัน คือประกอบด้วยอะตอมที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากันแต่นิวตรอนไม่เท่ากัน

แรง 4 ชนิด สสารทุกชนิดมีแรงมากระทำด้วย 4 ชนิดคือ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงนิวเคลียร์ชนิดอ่อนและแรง แรงโน้มถ่วงเป็นแรงที่ยึดให้เราอยู่กับโลกได้และทำให้ดาวเคราะห์อยู่ในวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ อิเล็กตรอนอยู่ในอะตอมได้เพราะแรงแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีความแรงมากกว่าแรงโน้มถ่วงอย่างมหาศาล แรงนิวเคลียร์ชนิดอ่อนซึ่งมีความแรงน้อยกว่าแรงแม่เหล็กไฟฟ้าถึงแสนล้านเท่า เป็นแรงเกี่ยวข้องเนื่องกับการแผ่กัมมันตภาพรังสีและการหลอมนิวเคลียส แรงนิวเคลียร์ชนิดแรงซึ่งมีความแรงกว่าแรงแม่เหล็กไฟฟ้า 100 เท่า ไฟฟ้าและแม่เหล็กอยู่รวมกันเป็นหนึ่ง เพราะไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก และการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ แม่เหล็กไฟฟ้าสามารถรวมกับแรงทางนิวเคลียร์ชนิดอ่อนได้เพราะ ณ จุดที่มีพลังงานและอุณหภูมิสูงยิ่งยวดยิ่ง แรงทั้งสองนี้จะรวมกันเป็น "แรงไฟฟ้า-อ่อน" ข้อสันนิษฐานเรื่องแรงดังกล่าวนี้มาจากแนวคิดการกำเนิดบิกแบง ปัจจุบันนักฟิสิกส์กำลังศึกษาเพื่อพัฒนาทฤษฎีว่าด้วยแรงทั้งสี่ชนิด ซึ่งอาจรวมกันเป็นแรงชนิดเดียวกันคือ " ซูเปอร์ฟอर्स "

การกำเนิดและอวสานของสสาร ปริมาณรวมของมวลและพลังงานในเอกภพไม่เคยเปลี่ยนแปลงตามทฤษฎีหนึ่งที่เชื่อถือกันกล่าวว่า เมื่อหลายพันปีมาแล้ว เอกภพประกอบด้วยสสารและพลังงานที่มีความหนาแน่นและอุณหภูมิสูงยิ่ง ซึ่งเกิดการระเบิดครั้งใหญ่ขึ้น เรียกว่า บิกแบง เมื่อกลุ่มสสารที่มีสถานะเป็นก๊าซเกิดการขยายตัวและเย็นตัวลงนั้น ควาร์กก็รวมกันเกิดเป็นนิวตรอนและโปรตอน และมีบางส่วนรวมกันต่อไปเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม ที่สุดก็รวมกันเป็นอะตอมที่สมบูรณ์ของไฮโดรเจนและฮีเลียม ก๊าซบางส่วนควบแน่นเกิดเป็นเมฆหมอกขนาดดาราศาสตร์ซึ่งแตกย่อยเป็นดวงดาว ในอนาคตอันไกลโพ้น เอกภพก็อาจมีวงกลับสลายลงแล้วเกิดขึ้นใหม่ในการระเบิดใหญ่ครั้งใหม่และการขยายตัวอีกครั้ง แต่ที่คาดกันในปัจจุบันว่าการขยายตัวของเอกภพจะยังดำเนินต่อไปอีกแสนนาน จนกว่าดาวดวงสุดท้ายดับแสงลงและแม้แต่โปรตอนก็อาจสลายเป็นอนุภาคย่อย เมื่อนั้นเองเอกภพจึงจะสิ้นสุด กลายเป็นทะเลอิเล็กตรอน นิวตริโนและรังสีต่างๆ

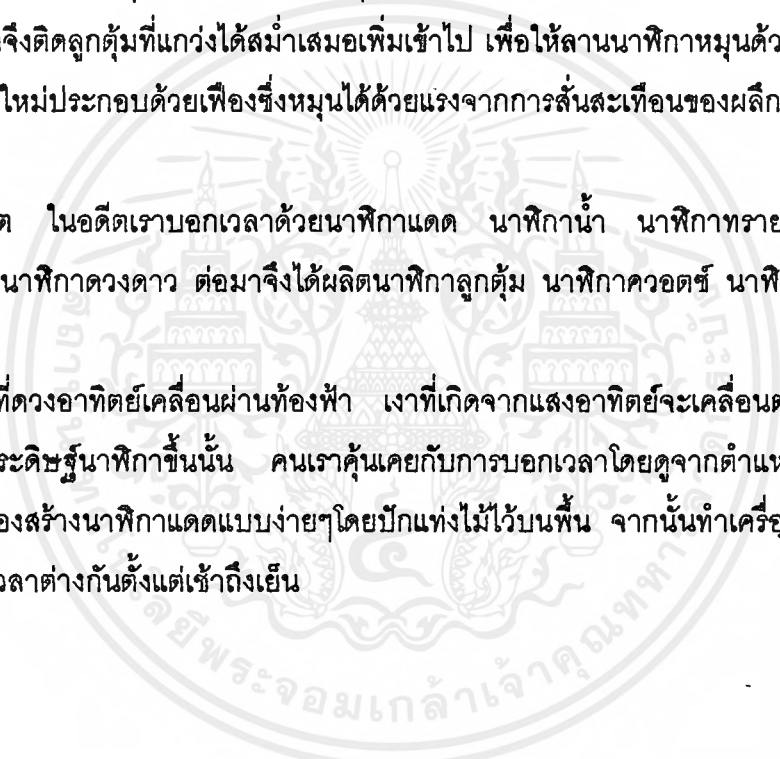
เวลา เนื้อหาประกอบด้วย เครื่องบอกเวลาประเภทต่าง ๆ

ร่างกายของเรามีนาฬิกาบอกเวลาตามธรรมชาติ เช่น คอยเตือนเราเมื่อถึงเวลาเข้านอน และปลุกเราเมื่อถึงเวลาตื่นนอนภาวะของร่างกายจะเปลี่ยนแปลงไปเช่นนี้ตลอดทั้งวัน โลกของเราก็เหมือนกันมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่แน่นอนมาก โลกหมุนรอบตัวเองในเวลา 24 ชม. โดยแบ่งเป็นเวลา กลางคืน 12 ชม. และกลางวัน 12 ชม. เราวัดช่วงเวลาที่ผ่านไปเป็นวินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือน และปี มนุษย์ค้นพบการวัดเวลาที่เที่ยงตรงแม่นยำยิ่งขึ้น เมื่อรู้จักประดิษฐ์นาฬิกาแบบต่าง ๆ

นาฬิกาในยุคแรก ๆ เดินไม่ค่อยเที่ยงตรงนัก เพราะใช้น้ำหนักที่ตกลงนานาฬิกามาหมุนเฟืองของมัน ลานมีหน้าที่ควบคุมเฟืองนาฬิกาให้หมุนไปที่ละน้อยแต่น้ำหนักที่ตกลงนานาฬิกาไม่ค่อยสม่ำเสมอ ดังนั้น เราจึงติดลูกตุ้มที่แกว่งได้สม่ำเสมอเพิ่มเข้าไป เพื่อให้ลานนาฬิกาหมุนด้วยความเร็วคงที่ นาฬิกาสมัยใหม่ประกอบด้วยเฟืองซึ่งหมุนได้ด้วยแรงจากการลั่นสะเทือนของผลึกควอตซ์ที่มีความเที่ยงตรงสูง

การบอกเวลาในอดีต ในอดีตเราบอกเวลาด้วยนาฬิกาแดด นาฬิกาน้ำ นาฬิกาทราย นาฬิกาเทียน นาฬิกาน้ำมัน นาฬิกาดวงดาว ต่อมาจึงได้ผลิตนาฬิกาลูกตุ้ม นาฬิกาควอตซ์ นาฬิกาอะตอม

นาฬิกาแดด ขณะที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนผ่านท้องฟ้า เงาที่เกิดจากแสงอาทิตย์จะเคลื่อนตามไปด้วย ในสมัยที่ยังไม่มีการประดิษฐ์นาฬิกาขึ้นนั้น คนเราค้นเคยกับการบอกเวลาโดยดูจากตำแหน่งของเงากันมานานแล้ว เราลองสร้างนาฬิกาแดดแบบง่าย ๆ โดยปักแท่งไม้ไว้บนพื้น จากนั้นทำเครื่องหมายจุดที่เงาทอดผ่านในช่วงเวลาต่างกันตั้งแต่เช้าถึงเย็น



อวกาศ เนื้อหาประกอบด้วย

-เอกภพ	-ดาวฤกษ์
-ชุดดาว	-ดาวเคราะห์สีแดง
-กระสวยอวกาศ	-หมู่ดาว
-ดาวเทียม	-สถานีอวกาศ
-ดาวพุธ, ศุกร์	-ระบบสุริยะ
-ดาวพฤหัสบดี, ดาวเสาร์	-บริวารขนาดเล็ก
-ดาวเคราะห์วงนอก	-เมืองในอวกาศ

เอกภพ เรามักสงสัยว่ามีอะไรบ้างในท้องฟ้าอันกว้างใหญ่ คำคืนที่ปลอดโปร่ง เราได้เห็นดวงจันทร์และดวงดาวหลายร้อยพันดวง ผู้ที่ทำการศึกษาดวงดาวในท้องฟ้าซึ่งเรียกว่า นักดาราศาสตร์ ได้พบว่าเอกภพ ประกอบด้วยดาราจักรจำนวนมาก ซึ่งในแต่ละดาราจักรประกอบด้วยดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ และวัตถุในฟากฟ้า กระจายอยู่ในอวกาศ

การจัดกลุ่มดาว ในสมัยโบราณนักดาราศาสตร์มองเห็นว่าดาวฤกษ์บางส่วนเรียงตัวกันเป็นกลุ่มจึงเรียการจัดกลุ่มนี้ว่า "หมู่ดาว" และกำหนดชื่อจากรูปร่างที่หมู่ดาวนั้นเรียงตัวกัน ปัจจุบันนักดาราศาสตร์กำหนดกลุ่มของดวงดาวในท้องฟ้าไว้ 88 หมู่ด้วยกัน

ดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์ในท้องฟ้านั้นมองดูเป็นเพียงจุดแสงเล็กๆแต่ความจริงแล้วดาวฤกษ์มีขนาดใหญ่มาก เป็นก้อนก๊าซร้อนจัด สว่างจ้า ลอยอยู่ในอวกาศ ดาวฤกษ์มีการเกิดขึ้นใหม่ เปลี่ยนแปลง และดับอยู่ตลอดเวลา ดวงที่มีขนาดใหญ่เรียกว่า "ดาวยักษ์" และถ้าใหญ่มากจะเรียกว่า "ดาวยักษ์ใหญ่" ส่วนที่มีขนาดเล็กเรียกว่า "ดาวแคระ" ดวงอาทิตย์ของเราเป็นดาวฤกษ์ดวงหนึ่งในจำนวนดาวฤกษ์ราว 1 แสนล้านดวงที่รวมกันอยู่ใน "ดาราจักรทางช้างเผือก" ดาวฤกษ์เหล่านี้ที่อยู่รวมกันได้ก็ด้วยแรงดึงดูดซึ่งกันและกันนั่นเอง

ชุดอวกาศ

ดาวเคราะห์สีแดง ดาวเคราะห์ที่มีสีแดงคือดาวอังคาร เพราะพื้นผิวปกคลุมด้วยดินและหินสีแดง มีลมพัดฝุ่นสีแดงปลิวไปทั่ว ทำให้ท้องฟ้าแลดูเป็นสีชมพู มนุษย์เคยคิดว่ามีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่บนดาวอังคารแต่เท่าที่มีการสำรวจยังไม่พบสิ่งมีชีวิตอยู่บนดาวอังคารเลย ยานอวกาศไวกิง (Viking) 2 ลำซึ่งควบคุมจากโลกได้เดินทางไปสำรวจพื้นผิวดาวอังคาร ทำให้เรารู้จักดาวเคราะห์ดวงนี้ดีขึ้น บางทีวันหนึ่งในอนาคตมนุษย์อาจเดินทางไปอาศัยอยู่บนดาวอังคารได้เพราะดาวอังคารเป็นดาวเคราะห์ที่มีสภาพใกล้เคียงโลกมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระสวยอวกาศ ยานอะไรเอ่ยที่ขึ้นสู่อวกาศ แล้วบินกลับสู่พื้นโลกได้เอง แถมยังนำกลับมาใช้งานใหม่ได้อีก? คำตอบก็คือกระสวยอวกาศ เป็นแบบของยานอวกาศรุ่นใหม่ล่าสุด ขึ้นสู่อวกาศครั้งแรกในปี ค.ศ. 1981 เมื่อปล่อยออกจะพุ่งขึ้นสู่อวกาศคล้ายกับจรวด แต่เพราะยานมีปีกจึงสามารถบินร่อนกลับสู่พื้นโลกได้ ในการปฏิบัติงานแต่ละครั้ง กระสวยอวกาศจะโคจรรอบโลกมากกว่า 100 รอบ และอยู่ในอวกาศราว 8 วัน

หมู่ดาว เราเรียกดาวฤกษ์ที่จัดกลุ่มเรียงตัวเป็นรูปร่างต่างๆว่า "หมู่ดาว" หมู่ดาวเหล่านี้จะมีชื่อเรียกสากลเป็นภาษาละติน เพื่อให้เข้าใจตรงกันทั่วโลก เช่น เฮอร์ชาเมเจอร์ (Ursa Major) ซึ่งก็คือหมู่ดาวหมีใหญ่นั่นเอง เมื่อเราเริ่มดูดาวใหม่ๆจะรู้สึกว่ายากเหลือเกินที่จะมองเห็นหมู่ดาวในเมื่อมีดาวกระจายอยู่ทั่วท้องฟ้า และเพราะโลกหมุนรอบตัวเองช้ามากจนต้องใช้เวลาสัก 2-3 ชั่วโมง เราจึงจะเห็นเหมือนกับว่าดาวทั้งหลายเคลื่อนที่จากทิศตะวันตกออกข้ามผ่านศีรษะไปทางทิศตะวันตก หากเราใช้เวลาพิจารณานานพอ ก็จะเห็นว่าดาวที่สุกสว่างเหล่านั้นเรียกรวมกันเป็นกลุ่มๆ

ดาวเทียม วัตถุที่อยู่ในอวกาศแล้วโคจรหรือเคลื่อนที่ไปรอบวัตถุที่มีขนาดใหญ่อย่างดาวเคราะห์นั้น เราเรียกว่า ดาวบริวาร (Satellite) ดวงจันทร์เป็นดาวบริวารตามธรรมชาติของโลก ในปัจจุบันโลกของเรามีดาวบริวารที่มนุษย์สร้างขึ้นจำนวนมากซึ่งถูกส่งไปโคจรรอบโลกในอวกาศด้วยจรวดหรือกระสวยอวกาศ เราเรียกดาวบริวารชนิดนี้ในภาษาไทยว่า "ดาวเทียม" ดาวเทียมมีขนาดและรูปร่างหลากหลายทำหน้าที่ช่วยเชื่อมต่อรับส่งสัญญาณระหว่างประเทศ เนื่องจากสัญญาณและข่าวสารต่างๆนั้นไม่สามารถส่งจากประเทศหนึ่งไปยังประเทศที่อยู่ห่างไกลได้โดยตรง เพราะส่วนโค้งของโลกบังไว้

สถานีอวกาศ สถานีอวกาศ ก็เหมือนกับยานอวกาศที่โคจรไปรอบโลกนั่นเอง แต่มีขนาดใหญ่กว่ามาก ผู้ที่ไปใช้ชีวิตอยู่ในสถานีอวกาศก็เรียกว่า "มนุษย์อวกาศ" เช่นกันซึ่งสหรัฐอเมริกาใช้คำว่า "แอสโตรนอท" (astronaut) ส่วนรัสเซียใช้คำว่า "คอสมอนูต" (cosmonaut) สถานีอวกาศของรัสเซียคือสถานีอวกาศเมียร์ (Mir) ของสหรัฐอเมริกาได้แก่ สกายแลบ (Skylab) ในสถานีอวกาศเมียร์ มนุษย์อวกาศได้ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์และการใช้ชีวิตในอวกาศ ทั้งนี้ น้ำอาหาร รวมทั้งสิ่งต่างๆจากโลกจะถูกส่งขึ้นไปโดยยานอวกาศที่ไม่มีคนควบคุม

ดาวพุธ, ศุกร์ ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์มีดาวเคราะห์อยู่ 2 ดวง คือ ดาวพุธและดาวศุกร์ ดาวเคราะห์ทั้งสองดวงนี้ร้อนมากเพราะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุด ดาวศุกร์เป็นดาวที่ปรากฏสว่างที่สุดในท้องฟ้าเวลากลางคืน ดาวพุธเป็นดาวเคราะห์ที่เล็กที่สุดเป็นอันดับสอง ภาพถ่ายจากยานอวกาศทำให้เรารู้จักดาวเคราะห์ 2 ดวงนี้ดีขึ้นมาก

ระบบสุริยะ ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบที่มีดาวเคราะห์เป็นบริวารโคจรไปรอบๆเรียกว่า "ระบบสุริยะ" ดาวเคราะห์ 9 ดวงและดวงจันทร์บริวารของดาวเคราะห์เหล่านี้เคลื่อนที่ไปรอบดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิตย์เป็นรูปร่างขนาดใหญ่ ขณะเดียวกันดาวเคราะห์ก็หมุนรอบตัวเองคล้ายกับลูกข่างด้วย ดาวเคราะห์ชั้นใน 4 ดวงเป็นก้อนหินแข็งส่วน 4 ดวงชั้นนอกเป็นของเหลวหรือก๊าซ ดวงนอกสุดคือดาวพลูโตเป็นน้ำแข็ง หากไม่มีความร้อนจากดวงอาทิตย์โลกจะมีดิมิดหนาวเย็นจนไม่มีชีวิตได้อาศัยอยู่ได้ ดาวพฤหัสบดี, ดาวเสาร์ ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ ดาวพฤหัสบดีเป็นของเหลว ยานอวกาศจึงลงจอดไม่ได้ หากเราขับรถรอบดาวพฤหัสบดีจะต้องใช้เวลานานถึง 6 เดือน แต่ถ้าเราเดินทางแบบเดียวกันนี้รอบโลกจะใช้เวลาเพียง 2 สัปดาห์เท่านั้น ส่วนดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ที่สวยงามมีวงแหวนสุกสว่างล้อมรอบ ดาวเคราะห์ทั้ง 2 ดวงนี้หมุนรอบตัวเองเร็วมาก ดึงให้เมฆที่ปกคลุมอยู่หมุนตามไปด้วยปรากฏเป็นริ้วรอบดวง

บริวารขนาดเล็ก ระหว่างวงโคจรของดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี มีดาวเคราะห์ขนาดเล็กจำนวนมากเรียกว่า ดาวเคราะห์น้อย โคจรอยู่เป็นแถวซึ่งเรียกว่าแถบของดาวเคราะห์น้อย ดาวเหล่านี้บางครั้งอาจชนกัน ทำให้เศษชิ้นส่วนหลุดกระเด็นมาตกบนพื้นโลกได้ นอกจากนี้ในวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ยังมีดาวหางซึ่งประกอบด้วยหิน ดิน ฝุ่น น้ำ และก๊าซจับตัวรวมกันเป็นก้อนแข็ง เมื่อดาวหางเคลื่อนเข้าใกล้ ดวงอาทิตย์จะปรากฏหางยาวที่รู้จักกันดีที่สุดคือ ดาวหางแฮลลีย์ ซึ่งได้ชื่อตามผู้ที่ศึกษาค้นคว้าดาวหางดวงนี้เป็นดวงแรก

ดาวเคราะห์วงนอก ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน และดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างไกลดวงอาทิตย์มากที่สุดจึงหนาวเย็นจัด ดาวยูเรนัสเป็นดาวที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แต่เป็นดาวเคราะห์ดวงแรกที่ส่องกล้องดูดาวพบ ส่วนดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลที่สุด ยังไม่มียานอวกาศลำใดสามารถเฉียดผ่านในระยะใกล้ได้เลย ถ้าใช้เครื่องบินไอพ่นเดินทางไปดาวพลูโตจะต้องใช้เวลาเดินทางถึง 1,000 ปีทีเดียว

เมืองในอวกาศ วันหนึ่งในอนาคต มนุษย์อวกาศจากหลายประเทศจะขึ้นไปอาศัยและทำงานอยู่ด้วยกันในสถานีอวกาศนานาชาติที่มีชื่อว่า สถานีอวกาศฟรีดอม สำหรับคนทั่วไปก็อาจไปเที่ยวอวกาศได้โดยเข้าพักในโรงแรมอวกาศของญี่ปุ่น นอกจากนี้ยังมีการวางแผนสร้างเมืองในอวกาศเพื่อให้นักบินอวกาศอยู่ได้ตลอดชีวิต แล้วลงมาเที่ยวโลกในวันหยุด!

แรงและการเคลื่อนที่ เนื้อหาประกอบด้วย

-พื้นลาด, ลิ่ม	- ล้อและเพลลา
- ระหัดเกลียว	- การลอย, จม
- คานงัด	- ชักรอก
- เข้าเกียร์	- แรงโน้มถ่วง
- น้ำหนักและมวล	- แรงเสียดทาน
- การชน	- แม่เหล็ก
- ความดัน, การไหล	- แรงสั่นสะเทือน

พื้นลาด, ลิ่ม ชาวไฮยุคิปต์ (อียิปต์โบราณ) สามารถยกหินตัดที่เป็นสี่เหลี่ยมขนาดมหึมาขึ้นไปสร้างปิรามิดได้อย่างไร คำตอบก็คือชาวไฮยุคิปต์ใช้เครื่องกลแบบง่าย ๆ ที่ไม่มีทั้งตัวจักร เฟืองหรือเพลลาเป็นเครื่องกลที่ง่ายมากเสียจนดูไม่ออกว่าเป็นเครื่องกล เครื่องกลทุกชนิดล้วนแต่ใช้แรงและทำให้เกิดประโยชน์เพิ่มขึ้น เครื่องกลบางอย่างส่งแรงจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง เครื่องกลบางชนิดขยายขนาดของแรงทำให้แรงพยายามเพียงเล็กน้อยสร้างงานขนาดใหญ่ได้ ไม่มีใครรู้แน่นอนว่าชาวไฮยุคิปต์เคลื่อนย้ายก้อนหินขนาดยักษ์ไปสร้างปิรามิดได้อย่างไร รู้แต่ว่าชาวไฮยุคิปต์คงต้องใช้เครื่องมืออย่างง่ายซึ่งอาจเป็นพื้นราบหรือระนาบเอียง คาดว่าอาจมีการสร้างทางลาดเวียนรอบปิรามิดสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ และลากหินตัดขึ้นไปตามทางลาดนั้น วิธีนี้ง่ายกว่าการยกหินตัดขึ้นไปในแนวตั้ง เพราะแรงที่ต้องใช้ลากสิ่งของขึ้นไปตามทางลาดผิวเรียบจะน้อยกว่าน้ำหนักของสิ่งของนั้น แต่ทั้งนี้ระยะทางที่ลากก็ต้องไกลขึ้นจึงจะได้ความสูงในระดับเดียวกัน

ล้อและเพลลา ล้อเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เก่าแก่มากและยังประโยชน์แก่มนุษย์มากมายมิใช่เฉพาะแค่การขนส่งเท่านั้น เมื่อนำล้อไปหมุนรอบเพลลากลาง ล้อก็จะเป็นเครื่องกลที่สามารถส่งผ่านและขยายแรงได้ เช่นเดียวกับเครื่องกลทั้งหลายที่มีหลักการว่า แรงขนาดเล็กที่เคลื่อนที่เป็นระยะทางไกล สามารถทำให้เกิดแรงขนาดใหญ่ที่เคลื่อนที่ระยะใกล้ ถ้าล้อถูกขับเคลื่อนด้วยแรงขนาดเล็กที่รอบล้อ ก็จะมีแรงขนาดใหญ่กว่าเกิดขึ้นที่เพลลาล้อ รูปแบบอื่นของล้อและเพลลา ได้แก่ กังหันน้ำและกังหันซึ่งเป็นตัวอย่างที่ชัดเจน นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่น ๆ อีกเช่น ลูกบิดประตูหรือห้องน้ำ

ระหัดเกลียว อารคิมิดีสเป็นวิศวกรและนักประดิษฐ์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุดผู้หนึ่งของกรีกโบราณ เป็นบุคคลแรก ๆ ที่ศึกษาเครื่องกลอย่างง่ายในเชิงวิทยาศาสตร์ และได้นำความรู้นั้นไปใช้สร้างเครื่องกลแบบต่าง ๆ มากมาย ชื่ออารคิมิดีสถูกนำไปใช้เรียกระหัดเกลียว ซึ่งเป็นเครื่องกลอย่างง่าย ภายไม่มีพื้นลาดพันรอบเพลลาบรรจุอยู่ในท่อ การหมุนเกลียวทำให้ระนาบเอียงทำหน้าที่เสมือนลิ่มที่ยกน้ำหนักขึ้นได้ แรงพยายามที่ใช้ยกน้ำหนักบรรทุกจะน้อยลงแต่ต้องออกแรงหมุนเกลียวหลายรอบกว่าจะลำเลียงน้ำขึ้นสู่ที่สูงได้แม้จะไม่สูงมากก็ตาม วิธีการแบบระหัดเกลียวนี้ยังใช้เวลามากกว่าการดันน้ำขึ้นในแนวตั้งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลอย,จม อาร์คิมิดีสเป็นนักวิทยาศาสตร์กรีกผู้เป็นที่รู้จักกันดีในฐานะเป็นผู้วาง "หลักการของอาร์คิมิดีส" หลักการนี้อธิบายว่าเหตุใดบางวัตถุจึงลอยบางวัตถุจึงจมในของเหลว เหตุใดวัตถุที่บรรจุอากาศอยู่เต็ม เช่น ลูกกลมกลวงจึงลอยในของเหลวได้ดี แต่วัตถุที่ไม่มีอากาศบรรจุอยู่ หรือวัตถุที่เป็นของแข็งอย่างลูกแอปเปิลก็ลอยได้ แนวคิดแรกสุดของอาร์คิมิดีสก็คือวัตถุทั้งหลายนั้นมีแรงดันขึ้นหรือแรงพยุงกระทำอยู่ แรงดันขึ้นนี้เกิดจากการที่ของเหลวดันต้านวัตถุที่ลอย เราจะรู้มีแรงดันขึ้นหากเราลูกบิ๊งปองลงในน้ำ แรงดันขึ้นนี้เองเป็นแรงที่ทำให้วัตถุลอยได้ แนวคิดประการที่สองของอาร์คิมิดีสก็คือขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับว่าแรงกดของวัตถุที่กระทำต่อหรือลงไปแทนที่ของเหลวนั้นมากน้อยเพียงใด หากวัตถุแทนที่ของเหลวได้มากพอก็จะได้รับแรงดันขึ้นมากเพียงพอที่จะรับน้ำหนักวัตถุและทำให้วัตถุลอยได้ หลังการทดลองหลายต่อหลายครั้ง อาร์คิมิดีสก็ค้นพบว่า ขนาดของแรงดันขึ้นที่วัตถุซึ่งลอยอยู่ได้รับนั้นเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่วัตถุนั้นเข้าไปแทนที่ ทั้งหมดนี้ก็คือหลักการของอาร์คิมิดีสนั่นเอง

คานงัด คานงัดจัดเป็นเครื่องกลอย่างง่าย ประกอบด้วยคานแข็งแรงซึ่งหมุนได้รอบจุดตรึงจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดหมุน ชะแลงเป็นคานงัดชนิดหนึ่งและใช้เป็นเครื่องขยายขนาดของแรง เพื่อใช้แรงน้อยลงในการยกน้ำหนักที่มาก น้ำหนักบรรทุกหรือชิ้นงานที่อยู่ปลายชะแลงจะถูกงัดหรือยกขึ้นด้วยแรงพยายามที่น้อยกว่าซึ่งกระทำขึ้นที่ด้ามชะแลง คานงัดแบบนี้กล่าวได้ว่ามี "ความได้เปรียบเชิงกลแบบบวก" ถ้าจะให้เกิดความได้เปรียบเช่นนี้ คานงัดต้องเป็นไปตามกฎที่ใช้กับเครื่องขยายแรงอื่น ๆ ทุกชนิด กล่าวคือ แรงพยายามต้องเคลื่อนที่ไกลกว่าระยะทางที่เคลื่อนน้ำหนักบรรทุก หมายความว่า ถ้าจะยกหินหนักสักก้อนหนึ่ง แรงที่ใช้งัดที่ด้ามชะแลงต้องเคลื่อนที่ไปไกลกว่าระยะทางที่ก้อนหินถูกยกขึ้น

ชักรอก มีเรื่องเล่าสืบกันมาว่า ครั้งหนึ่งกษัตริย์ไฮรอนแห่งนครซิราคิวส์ ทรงทำอาร์คิมิดีสให้กลาเรือลำใหญ่ขึ้นขายหาดลำพังแต่ผู้เดียว อาร์คิมิดีสศึกษาปัญหานี้แล้วก็ตัดสินใจว่ารอกเป็นเครื่องมือแรงที่ดีที่สุดสำหรับงานชิ้นนี้ รอกเป็นเครื่องกลซึ่งร้อยเชือกให้รูดกลับไปกลับมาได้ในร่องล้อ ซึ่งอาจจะมีหลายล้อก็ได้ ปลายเชือกข้างหนึ่งมีน้ำหนักบรรทุกผูกติดไว้ ส่วนอีกปลายหนึ่งใช้สำหรับจุดหรือชักเพื่อจะเคลื่อนหรือยกน้ำหนักบรรทุกนั้น รอกเดี่ยวมีเพียงล้อเดียวรอกชนิดนี้เปลี่ยนทิศทางที่แรงกระทำได้ อาร์คิมิดีสผูกเรือเข้ากับรอกพวงซึ่งประกอบด้วยรอกหลายตัว และสามารถลากเรือขึ้นฝั่งได้สำเร็จโดยไม่ต้องมีผู้ช่วยแต่อย่างใด ในทำนองเดียวกับพื้นลาดหรือคานงัด รอกช่วยให้แรงขนาดเล็กสามารถยกน้ำหนักบรรทุกขนาดใหญ่ได้ เพราะแรงพยายามจะเคลื่อนที่เป็นระยะทางไกลกว่าน้ำหนักบรรทุก สำหรับระบบรอกที่มี 2 ล้อ แรงที่ใช้จะต้องเคลื่อนที่ไกลเป็น 2 เท่าของน้ำหนักบรรทุก ทำให้มีความได้เปรียบเชิงกลเป็น 2 เท่า แต่แรงเสียดทานและน้ำหนักของรอกก็ลดความได้เปรียบนี้ลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าเกียร์ เกียร์หรือเฟืองเป็นจักรคู่ที่มีฟันเฟืองสับกับพอดี ใช้ในการส่งแรงและการเคลื่อนที่ในเครื่องจักรกล เฟืองพื้นฐานมี 4 ชนิด คือเฟืองขับกับเฟืองสะพาน เฟืองแบบหนามเตย เฟืองแบบเบี่ยงมุม และเฟืองตัวหนอน สำหรับเฟืองคู่หนึ่งจักรเฟืองที่เล็กจะหมุนเร็วกว่าจักรเฟืองใหญ่ ความแตกต่างของความเร็วนี้ ทำให้เกิดความแตกต่างในการส่งแรง กล่าวคือจักรเฟืองใหญ่จะหมุนด้วยแรงที่มากกว่า ดังนั้นเฟืองจึงสามารถใช้เพิ่มหรือลดขนาดของแรงได้ ตลอดจนเปลี่ยนอัตราเร็วและทิศทางการหมุนได้

ความโน้มถ่วง แรงที่ทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นดินกับแรงที่ทำให้ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นแรงเดียวกัน เซอร์ ไอแซก นิวตัน เป็นบุคคลแรกที่ศึกษาเรื่องนี้ ชาวกรีกโบราณคิดว่าการวัตถุตกลงสู่พื้นเป็นเพราะว่าวัตถุต้องการไปสู่ที่ตามธรรมชาติของมัน และการที่ดาวนพเคราะห์โคจรอยู่ได้ เพราะมีทรงกลมผลึกที่มองไม่เห็นเป็นจำนวนมากทำให้มันเคลื่อนที่ แม้แต่ โยฮันเนส เคปเลอร์ ผู้แสดงไว้เมื่อปี ค.ศ. 1609 ว่าวงโคจรของดาวเคราะห์เป็นวงรีคล้ายรูปไข่ก็ยังเชื่อว่าดาวเหล่านี้มีโคจรรองรับที่โปร่งใสมองไม่เห็นพวยอยู่ ในปี ค.ศ. 1687 นิวตันได้พิสูจน์ให้เห็นในหนังสือของเขาที่ชื่อ "พริ้นซิเปีย" ว่าการที่ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์เนื่องจากมีแรงวิถีไกล ซึ่งก็คือแรงความโน้มถ่วงดึงดูดดาวเข้าหาดวงอาทิตย์ เขาสามารถแสดงให้เห็นว่าแรงดึงดูดระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์นั้นขึ้นกับระยะห่างระหว่างดาวทั้งสอง ถ้าระยะมากห่างขึ้นเป็นสองเท่า แรงดึงดูดจะเหลือเพียง $1/4$ ของแรงดึงดูดเดิม หรือถ้าระยะห่างเปลี่ยนเป็นสามเท่า แรงดึงดูดจะเหลือเพียง $1/9$ ของแรงดึงดูดเดิมและเป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ นอกจากนี้นิวตันยังพบอีกว่าแรงดึงดูดนี้ขึ้นกับมวลทั้งสองด้วย ถ้ามวลมากแรงดึงดูดระหว่างมวลก็มากตาม

น้ำหนักและมวล นักบินอวกาศขณะยืนอยู่บนดวงจันทร์จะมีน้ำหนักเพียง $1/6$ ของน้ำหนักเมื่ออยู่บนโลก ทั้งนี้เป็นเพราะว่าน้ำหนักของวัตถุเกิดเนื่องมาจากแรงดึงดูดของความโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุนั้น แรงโน้มถ่วงบนพื้นผิวของดาวเคราะห์แต่ละดวงขึ้นอยู่กับมวลและขนาดของดาวเคราะห์นั้น ความโน้มถ่วงบนพื้นผิวของดวงจันทร์มีระดับแรงเพียง $1/6$ ของแรงโน้มถ่วงบนผิวโลก ส่วนแรงโน้มถ่วงบนพื้นผิวของดาวพฤหัสบดีเป็น 2.64 เท่าของโลก ดังนั้นวัตถุจากโลกจะหนักขึ้น 2.64 เท่าเมื่ออยู่บนดาวพฤหัสบดี มวลของวัตถุคือปริมาณเนื้อสารของวัตถุซึ่งมีอยู่คงที่ ขนาดของมวลวัดได้จากขนาดของความต้านทานของวัตถุต่อการถูกเร่งด้วยแรง ดังนั้นการทอยลูกโบว์ลิ่งบนดาวพฤหัสบดี ก็ต้องใช้แรงขนาดเดียวกันกับที่ใช้บนโลกนั่นเอง

การชน สมมติว่ามีรถบรรทุกคันหนึ่งกำลังวิ่งอย่างรวดเร็วไปตามถนน จู่ ๆ ก็มีรถยนต์อีกคันหนึ่งออกมาขวางหน้ารถบรรทุกคันนั้น การชนทำท่าว่าจะเกิดขึ้น การที่คนขับรถบรรทุกเหยียบเบรก เพียงทำให้รถบรรทุกวิ่งช้าลงได้ทันเวลาเท่านั้น แต่ไม่อาจหยุดรถได้ทันที เนื่องจากว่าโมเมนตัมของรถบรรทุกยังทำให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ อัตราเร็วของรถบรรทุกยังมีมากเท่าใด โมเมนตัมของรถก็ยังมีความและทำให้หยุดได้ยากขึ้น ผลของการชนครั้งหนึ่ง ๆ สามารถทำนายได้โดยการ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณโมเมนตัมของวัตถุทั้งหลายที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ก็เพราะเมื่อวัตถุชนกัน โมเมนตัมรวมจะไม่เปลี่ยนแปลงหากไม่มีแรงอื่นมากระทำ เราเรียกความจริงนี้ว่า กฎการอนุรักษ์แห่งโมเมนตัม กฎนี้ใช้ได้กับวัตถุทุกอย่างที่กำลังเคลื่อนที่ กล่าวคือ ถ้าไม่มีแรงอื่นมากระทำ โมเมนตัมของรถคันดังกล่าวจะไม่เปลี่ยนแปลง ในทางปฏิบัติ แรงเสียดทานมีส่วนทำให้โมเมนตัมของวัตถุค่อยๆลดลง การเบรกซึ่งทำให้รถบรรทุกวิ่งช้าลงนั้น เป็นการให้แรงเสียดทานมากระทำทำให้โมเมนตัมของรถค่อยๆลดลงนั่นเอง

ความดันและการไหล ถ้าคน 2 คนซึ่งน้ำหนักเท่ากัน เดินบนหิมะหนา ๆ คนหนึ่งสวมรองเท้าธรรมดา ส่วนอีกคนสวมรองเท้าสำหรับเดินบนหิมะ คนที่ใส่รองเท้าธรรมดาจะจมลงในหิมะลึกกว่าอีกคนหนึ่ง ที่จริงแล้วน้ำหนักของคนทั้งสองที่กดลงหิมะก็เท่ากัน แต่รองเท้าสำหรับเดินบนหิมะจะกระจายน้ำหนักลงบนพื้นที่ที่กว้างกว่า แรงที่อยู่ใต้รองเท้าจึงกระจายเฉลี่ยออก เมื่อพิจารณาเป็นแรงต่อหน่วยพื้นที่จะน้อยกว่าแรงที่อยู่ใต้รองเท้าธรรมดา ตัวอย่างที่กล่าวมานี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของความดันหรือแรงต่อ 1 หน่วยพื้นที่นั่นเอง ในหลายสถานการณ์ ความดันจะมีบทบาทสำคัญกว่าแรง เช่น เข็มหมุดจะมีหัวที่โตเพื่อกระจายแรงที่มาจากหัวแม่มือ แต่ปลายเข็มที่แหลมคมจะรวมแรงมากระทำให้อยู่ในพื้นที่เล็ก ๆ แต่ให้ความดันที่มากมาย หรือมีดคม ๆ ใช้ตัดได้ดีเพราะว่าแรงที่ใช้ตัดจะมารวมกันอยู่ที่พื้นที่เล็ก ๆ ที่คมมีด ของเหลวและก๊าซก็มีความดัน วัตถุใด ๆ ที่อยู่ใบบนของเหลวจะได้รับความดันรอบด้าน ซึ่งเกิดจากน้ำหนักของของเหลวที่กดทับวัตถุนั้น

การสั่นสะเทือน กองทหารไม่ว่ากองใดในโลกจะไม่เดินแถวเป็นจังหวะพร้อมกันเวลาข้ามสะพาน เพราะว่าขณะที่ทหารเดินข้ามสะพาน สะพานนั้นจะสั่นเบา ๆ อยู่แล้ว และถ้าจังหวะการสั่นของสะพานเกิดตรงพอดีกับจังหวะการก้าวเท้าของทหาร ก็อาจจะทำให้สะพานสั่นมากจนถึงพังลงได้ เช่น ซิงช้า ลูกตุ้ม หรือเพนดูลัม หรือล้อลมเสียง ล้วนมีจังหวะหรือความถี่ตามธรรมชาติของมันเองซึ่งก็คือจำนวนครั้งของการสั่นของวัตถุนั้นในแต่ละวินาที ถ้าวัตถุถูกผลัก 1 ครั้งมันจะเริ่มสั่นที่มีความถี่ธรรมชาติของตัวเองก่อน แต่การสั่นของวัตถุนั้นจะหายไปถ้าวัตถุนั้นไม่ถูกผลักหรือตึงเป็นระยะ ๆ เช่น ซิงช้าเด็กเล่นจะค่อย ๆ หยุดแกว่งถ้าปล่อยทิ้งไว้ แต่ถ้าผลักในจังหวะที่ถูกตึง ก็จะทำให้ซิงช้าสูงขึ้น ๆ ซึ่งจะเป็นแบบนี้ได้ก็ต่อเมื่อความถี่ของการผลักเท่ากับความถี่ธรรมชาติของการแกว่ง ชั่วหรือแอมพลิจูด ของการแกว่งที่เพิ่มขึ้นโดยการผลักเป็นระยะ ๆ นั้นเรียกว่า การสั่นพ้องหรือ เรโซแนนซ์ สะพานจะสั่นพ้องจนถึงขั้นอาจพังลงได้ ถ้าจังหวะการเดินของกองทหารเท่ากับความถี่ธรรมชาติของสะพาน

แม่เหล็ก แม่เหล็กเป็นวัสดุพิเศษซึ่งมีแรงที่เรามองไม่เห็นและสามารถดูดหรือผลักสิ่งของได้ แม่เหล็กที่ใหญ่ที่สุดก็คือโลกของเราเอง นักวิทยาศาสตร์อธิบายเรื่องนี้ว่าเมื่อโลกเราหมุนรอบตัวเอง

โลหะหลอมเหลวที่ใจกลางของโลกก็หมุนตามไปด้วย ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหล ยังผลให้โลกมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนาจแม่เหล็ก แม่เหล็กโลกมี 2 ขั้วคือ ขั้วแม่เหล็กซีกโลกเหนือและใต้ เข็มทิศจะชี้ไปยังขั้วแม่เหล็กของโลกเสมอ

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าอะตอมทำตัวคล้ายกับแม่เหล็กขนาดจิ๋ว ในวัตถุที่ไม่เป็นเหล็ก อะตอมวางตัวในทิศทางที่ต่างกัน ส่วนในแท่งแม่เหล็ก อะตอมเรียงตัวแบบเดียวกัน แม่เหล็กจะสูญเสียความเป็นแม่เหล็กเมื่อถูกเคาะ ตี หล่น หรือถูกความร้อน เพราะการกระทำดังกล่าวจะทำให้อะตอมเรียงตัวไม่เป็นระเบียบเหมือนเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิวัฒนาการ เนื้อหาประกอบด้วย

- สัตว์ที่สูญพันธุ์
- การแพร่กระจายของพืช , สัตว์
- การถ่ายทอดพันธุกรรม
- การปรับตัว
- ฟอสซิล
- หลักฐานสิ่งมีชีวิต
- ซากดึกดำบรรพ์
- อายุโลก
- สปีชีส์ใหม่
- กำเนิดสิ่งมีชีวิต
- ประวัติของสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่น่ามาใช้ในการออกแบบ "การปรับตัว"

สัตว์ที่สูญพันธุ์ ตามที่ปรากฏในพระคัมภีร์ไบเบิล ในอาที่ได้นำสัตว์ทุกชนิดชนิดละ 2 ตัว ขึ้นเรือหนีนภัยน้ำท่วมจนสำเร็จ ศาสนาคริสต์ได้สอนไว้ด้วยว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดเป็นคู่เชื่อมโยงที่มีความสำคัญต่อกัน ตามสายใยแห่งการสร้างโลกของพระเจ้า จึงเป็นไปได้ที่สิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งจะหายสาบสูญไปจากโลก หรือ "สูญพันธุ์" เมื่อมีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ที่ยังไม่รู้จักก็สันนิษฐานเอาว่าสัตว์เหล่านั้นยังคงมีชีวิตอยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่งในโลกนี้อย่างไรก็ตามในตอนปลายศตวรรษที่ 18 การค้นพบซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ขนาดใหญ่บางชนิดทำให้คำอธิบายในพระคัมภีร์เริ่มดูจะไม่เป็นจริง ซึ่งก็คือการค้นพบกระดูกสลอทขนาดยักษ์และสัตว์คล้ายช้างแมสโทดอน (mastodon) ในทวีปอเมริกาเหนือ การสำรวจเป็นไปได้กว้างขวางทั่วทุกแห่ง จนทำให้เชื่อว่าคงไม่มีสัตว์ยักษ์ขนาดนั้นหลงเหลืออยู่อีก ข้อสงสัยที่ว่าสัตว์เหล่านั้นสูญพันธุ์ไปแล้วเริ่มมีน้ำหนักมากขึ้น นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสหลายคนที่ไม่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลัทธิศาสนาเป็นกลุ่มแรกที่ยอมรับแนวความคิดเกี่ยวกับการสูญพันธุ์ ต่อมาแนวความคิดนี้ก็เป็นที่ยอมรับในสหรัฐอเมริกา แล้วจึงค่อยแพร่หลายไปสู่ประเทศอื่นๆ

หลักฐานที่ยังมีชีวิตอยู่ ดาร์วิน ได้ตั้งเป้าหมายการทำงานไว้ 2 ประการ คือ งานชิ้นแรกเป็นการค้นหาหลักฐานที่อาจทำให้เกิดวิวัฒนาการ นั่นคือเรื่องของการคัดเลือกโดยธรรมชาติซึ่งยังเป็นที่ยอมรับกันอยู่ในปัจจุบันว่าเป็นพลังสำคัญที่จะช่วยผลักดันให้เกิดวิวัฒนาการ งานชิ้นที่สองคือ การสะสมหลักฐานให้มากเพียงพอที่จะทำให้คนเชื่อว่าวิวัฒนาการนั้นเกิดขึ้นจริง หลักฐานบางอย่างได้มาจากซากดึกดำบรรพ์ การแพร่กระจายของพืชและสัตว์ ตลอดจนพวกที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบัน สิ่งเหล่านี้มีความชัดเจนพอที่จะสังเกตได้ไม่ยากโดยนักธรรมชาติ

วิทยาทั้งหลาย เช่น ราฟิเนสก์ (Rafinesque) ผู้ซึ่งเขียนบันทึกไว้ในปี ค.ศ. 1836 ว่า "สิ่งมีชีวิตทุกชนิดอาจเคยเป็นสายพันธุ์ต่างๆ มาก่อนและสายพันธุ์จำนวนมากมายเหล่านั้้นค่อย ๆ กลายเป็นสปีชีส์ใหม่ในที่สุด" ข้อสังเกตโดยบังเอิญของนักธรรมชาติวิทยาเช่นนี้ดูไม่มีน้ำหนักเท่าใดนัก แต่ดาร์วินก็ไม่สามารถเพิกเฉยต่อข้อเขียนเช่นนี้และปล่อยให้ผ่านไปไม่ได้ หลักฐานที่สำคัญชิ้นหนึ่งของดาร์วินคือชิ้นกระดูกขาของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิดมีแบบแผนชั้นพื้นฐานเหมือน ๆ กันหมด ความคล้ายคลึงกันเช่นนี้แสดงให้เห็นว่ามันจะต้องสืบทอดมาจากบรรพบุรุษเดียวกัน

การแพร่กระจายของพืชและสัตว์ ในสมัยของดาร์วิน เชื่อกันว่าพระเจ้าเป็นผู้สร้างสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ณ ที่ต่างกัน แต่ทฤษฎี "การสร้างโลกแบบพิเศษ" นี้มีจุดอ่อนมากมายดังที่ดาร์วิน ชี้ให้เห็น ในออสเตรเลียสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมพื้นเมืองบางชนิดสูญพันธุ์ไป ถ้าสัตว์พื้นเมืองออสเตรเลียมีความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของออสเตรเลียจริงแล้ว เหตุไฉนจึงเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ขึ้นมาได้ ดาร์วินชี้แจงว่าการอพยพย้ายถิ่นฐานและวิวัฒนาการของสัตว์สามารถอธิบายแบบแผนการแพร่กระจายของสัตว์ได้เป็นอย่างดี หมู่เกาะเป็นตัวอย่างที่สำคัญอย่างหนึ่งเช่น สัตว์ในหมู่เกาะเคปเวิร์ดโดยพื้นฐานแล้วเหมือนกับพวกที่อยู่ในทวีปแอฟริกา ส่วนสัตว์ในหมู่เกาะกาลาปากอสจะเหมือนกับสัตว์ในทวีปอเมริกาใต้ หมู่เกาะทั้งสองมีสภาพแวดล้อมที่เหมือนกันมาก แต่ทำไมพระเจ้าจึงไม่สร้างสัตว์ที่เหมือนกันให้แก่หมู่เกาะทั้งสองนี้เล่า ดาร์วินเสนอว่า เพราะสัตว์และพืชบนเกาะมาจากแผ่นดินใหญ่ที่อยู่ใกล้สุดนั่นเอง และบางชนิดก็มีวิวัฒนาการไปเป็นสปีชีส์ใหม่ที่ไม่เหมือนใครอายุของโลก หลังจากที่ได้พิจารณาหลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์และสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันแล้ว ดาร์วินแน่ใจว่ามีวิวัฒนาการเกิดขึ้นจริง ในขณะเดียวกันทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติได้ผุดขึ้นมาในความคิดของดาร์วิน ลักษณะเด่นชัดของการคัดเลือกโดยธรรมชาติก็คือกระบวนการนี้มีได้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว มันเกิดขึ้นโดยบังเอิญมากกว่าจะมีจุดมุ่งหมายใดๆ ดาร์วินรู้ว่าวิวัฒนาการซึ่งผ่านกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติต้องใช้เวลายาวนานมากทีเดียว แต่หนังสือของไลออลส์เรื่องหลักธรณีวิทยาได้ทำให้ดาร์วินมั่นใจว่าโลกนี้มีอายุยาวนานนับร้อยนับพันล้านปีทีเดียว นับตั้งแต่สมัยของไลออลส์เป็นต้นมาการวิจัยค้นคว้าทางด้านธรณีวิทยาได้ยืนยันแนวความคิดพื้นฐานของไลออลส์เป็นอย่างดี ต่อมาในปี ค.ศ. 1866 นักฟิสิกส์ชื่อ วิลเลียม ทอมสัน ก็เริ่มโจมตีทั้งไลออลส์และดาร์วิน โดยกล่าวอ้างว่าโลกนี้มีอายุอย่างมากที่สุดไม่เกิน 100 ล้านปี และต่อมาลดเหลือเพียง 20 ล้านปีเท่านั้น การคำนวณของทอมสันอาศัยพื้นฐานของอัตราการสูญเสียความร้อนของโลก โดยคำนวณจากอุณหภูมิที่ผิวของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกลูกโลกในปัจจุบัน และจากการสันนิษฐานว่าโลกได้ถูกหลอมละลายมาก่อน ดารวินเรียกสิ่งนี้ว่า " ปัญหายุ่งยากที่ปวดร้าวที่สุดของฉัน " และในหนังสือกำเนิดของสปีชีส์ ฉบับหลังๆ ดารวิน กล่าวถึงการคัดเลือกโดยธรรมชาติน้อยลง หันไปเน้นที่กลไกอื่นๆ ที่น่าจะทำงานได้รวดเร็วกว่า กระทั่งปี ค.ศ. 1904 จึงเป็นที่กระจ่างชัดว่าความคิดของทอมสันผิดพลาด

การปรับตัว ขาหน้าของตัวตุ่นมีตีนแบนใหญ่และแข็งแรงสำหรับขุดคุ้ยดิน เปิดมีตีนติดกัน เป็นแผ่นใช้ว่ายน้ำ หมิ่ขั้วโลกมีขนหนาปกคลุมร่างกาย นักธรรมชาติวิทยาเข้าใจดีว่าพืชและสัตว์ทุกชนิดปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศและวิถีการดำรงชีวิตได้วิเศษยิ่ง ดารวินเสนอว่าการปรับตัวเป็นผลพวงมาจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ แต่ในขณะนั้นทฤษฎีการปรับตัว ชื่อ " เทววิทยาตามธรรมชาติ " กำลังแพร่หลายกล่าวว่าการปรับตัวทั้งหมดเกิดจาก พระเจ้าผู้สร้างโลก

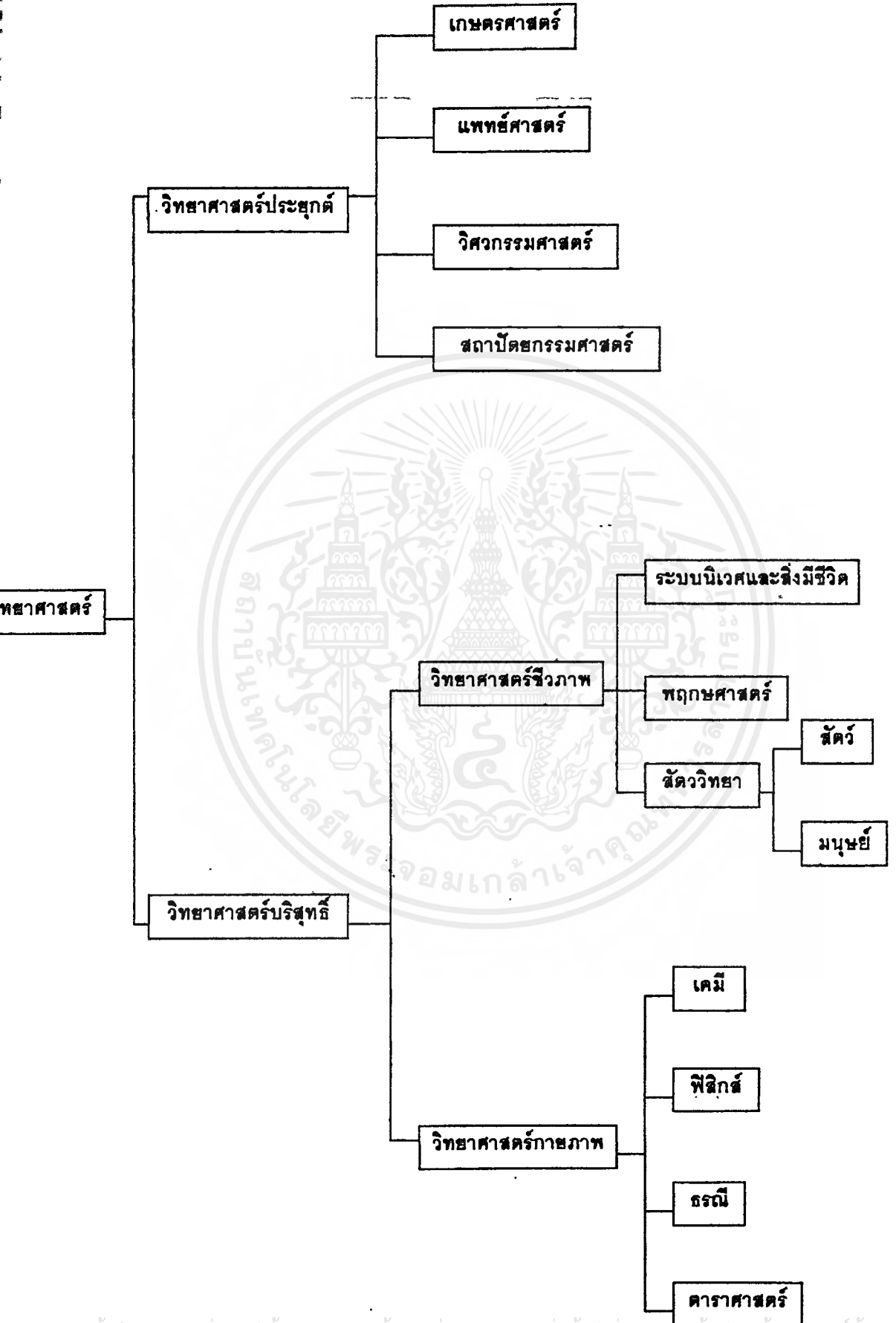
สปีชีส์ใหม่ หนังสือกำเนิดของสปีชีส์ ของดารวินไม่ได้บอกว่าสปีชีส์ใหม่ๆ เกิดขึ้นได้อย่างไร ปัญหาที่ดารวินใช้คำว่า " ความเฝ้าลับอย่างหนึ่ง ในหลายๆ เรื่อง " แต่ในปัจจุบันกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่เป็นที่เข้าใจกันมากขึ้น โดยทั่วไปแล้วสปีชีส์ใหม่ๆ ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อประชากรส่วนหนึ่งถูกแบ่งแยกตัดขาดออกไปจากกลุ่ม โดยกลไกบางอย่างโดยเฉพาะอย่างยิ่งถูกตัดขาดออกไปอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างออกไปจากที่บรรพบุรุษเคยอาศัยอยู่ ไม่ว่าจะอยู่ภายใต้สภาวะการณ์ใหม่ๆ หรือแยกอยู่อย่างโดดเดี่ยวยกก็ตาม ประชากรที่แยกออกก็อาจเริ่มวิวัฒนาการไปในแนวทางที่แตกต่างจากเดิม และอาจพัฒนาเป็นสายพันธุ์ใหม่หรือที่เรียกว่า ซับสปีชีส์ หากเวลาผ่านไปนานพอสมควร ซับสปีชีส์ ดังกล่าวสามารถมีวิวัฒนาการให้คุณสมบัติทางกายภาพแตกต่างไปจากประชากรอื่น ๆ ในสปีชีส์เดียวกัน จนไม่อาจผสมพันธุ์กันต่อไปได้ เมื่อถึงจุดนี้ก็ถือได้ว่าประชากรของทั้งสองกลุ่มนี้แยกออกเป็นคนละสปีชีส์ อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีสปีชีส์ใหม่ อาจอุบัติขึ้นโดยสาเหตุอื่นซึ่งไม่ได้เกิดจากการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์ดังกล่าว

กำเนิดสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตเริ่มต้นได้อย่างไร เป็นไปได้หรือไม่ที่จะเกิดจากสสารที่ไร้ชีวิตโดยกระบวนการทางเคมีธรรมดา ๆ หากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่เก่าแก่ที่สุดคือ เซลล์แบคทีเรียซึ่งมีอายุ 3,800 ล้านปี ก่อนหน้านั้นยังไม่มีหลักฐานที่หนักแน่นพอเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงหาทางอื่น เพื่อเข้าถึงปัญหาเหล่านี้ หนทางหนึ่งคือพยายามสร้างสภาพการณ์ที่เคยปรากฏบนโลกในยุคต้น ๆ ขึ้นมาใหม่ การทดลองเช่นนั้นมิขึ้นครั้งแรกในทศวรรษ 1950 และยังคงความประหลาดใจให้แก่คนส่วนมากที่นักวิจัยสามารถสร้างสารเคมีชนิดซับซ้อนอย่างที่พบเฉพาะในสิ่งมีชีวิตขึ้นมาได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงสารที่เป็นองค์ประกอบ

สำคัญของโปรตีน DNA และ RNA ถ้าหากว่าโมเลกุลที่ซับซ้อนเช่นที่วานี้เกิดขึ้นมาได้เองเมื่อหลายพันล้านปีที่แล้ว ทำไมมันจึงไม่เกิดขึ้นอีกในปัจจุบัน คำตอบก็คือว่าสภาพการณ์ในปัจจุบัน แตกต่างไปจากยุคก่อนมากมายนัก ที่สำคัญที่สุดคือออกซิเจนในอากาศปัจจุบัน ในขณะที่บรรยากาศของโลกยุคแรก ๆ นั้น แทบจะไม่มีออกซิเจนอยู่เลย ครั้นเมื่อสารเคมีซับซ้อนปรากฏขึ้นมาบนโลกในยุคแรกแล้ว ก็จำเป็นต้องการขั้นตอนที่สำคัญ ๆ อีกหลายขั้นตอนก่อนที่สารเคมีเหล่านั้นจะกลายเป็นสิ่งมีชีวิตที่แท้จริง นักวิทยาศาสตร์บางคนเชื่อว่าขั้นตอนหลักขั้นแรกคือ การสร้างรูปแบบโมเลกุล RNA ซึ่งสามารถจำลองแบบตัวเองได้เหมือนที่สุดและเมื่อเร็ว ๆ นี้ โมเลกุลขนาดเล็กแบบเดียวกันนี้ได้ถูกสังเคราะห์ขึ้นในห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนหลักขั้นที่สองคือการพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่าง RNA กับโปรตีนและการเริ่มต้นของรหัสพันธุกรรม

ประวัติศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต การศึกษาหิน ซากดึกดำบรรพ์ และสิ่งมีชีวิตในทางวิทยาศาสตร์สามารถนำมาปะติดปะต่อเป็นภาพรวมของเหตุการณ์ในอดีตได้ นักวิทยาศาสตร์หลายร้อยคนที่กำลังศึกษาในที่ต่างๆของโลกได้ช่วยกันสร้างภาพรวมของอดีตกาลขึ้น แต่ในรายละเอียดย่อมมีการเปลี่ยนแปลงไปตามหลักฐานที่ค้นพบใหม่ๆอยู่เสมอ และมีความคิดเห็นแตกต่างกันบ้างในเรื่องจำเพาะบางเรื่อง อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ก็มักมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในเหตุการณ์หลักๆ แนวทางทั่วไปของวิวัฒนาการ และการลำดับอายุของยุคสมัย

แผนผังแสดงลักษณะการจำแนกประเภทของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์



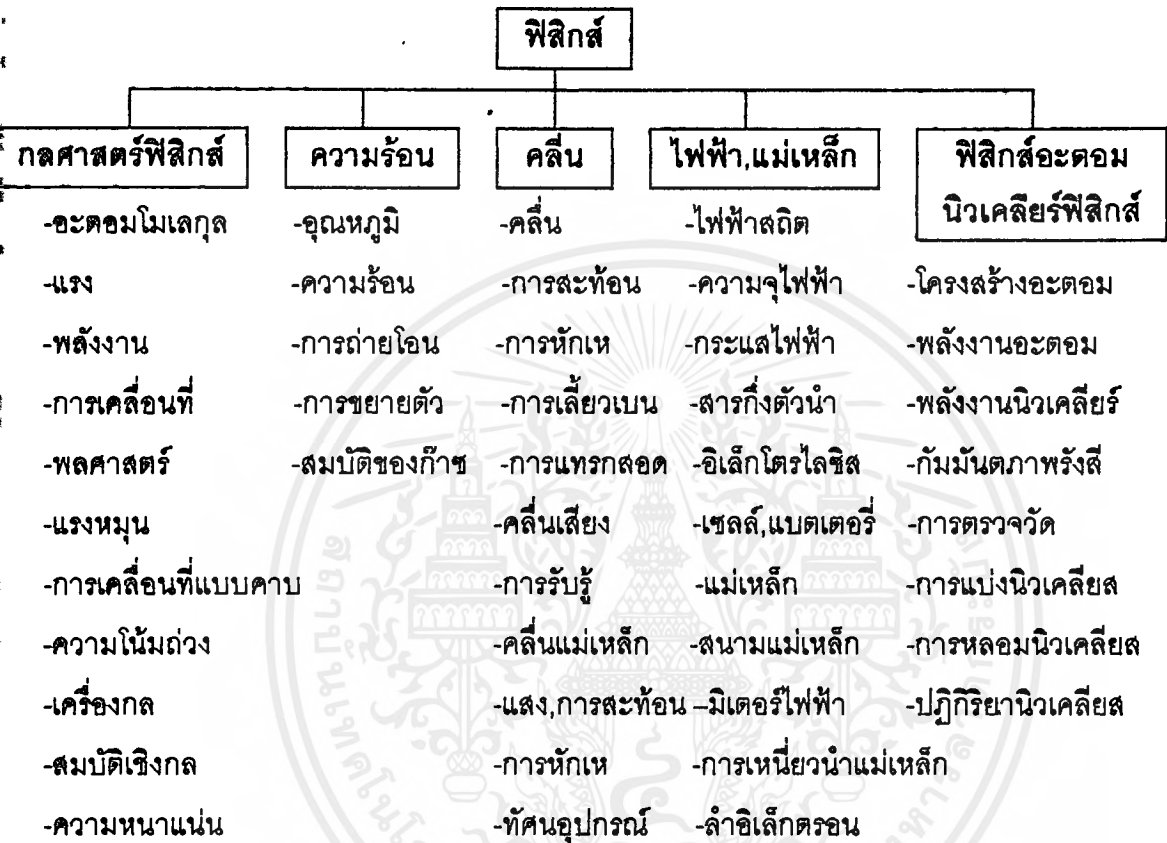
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงลักษณะการจำแนกประเภทของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ



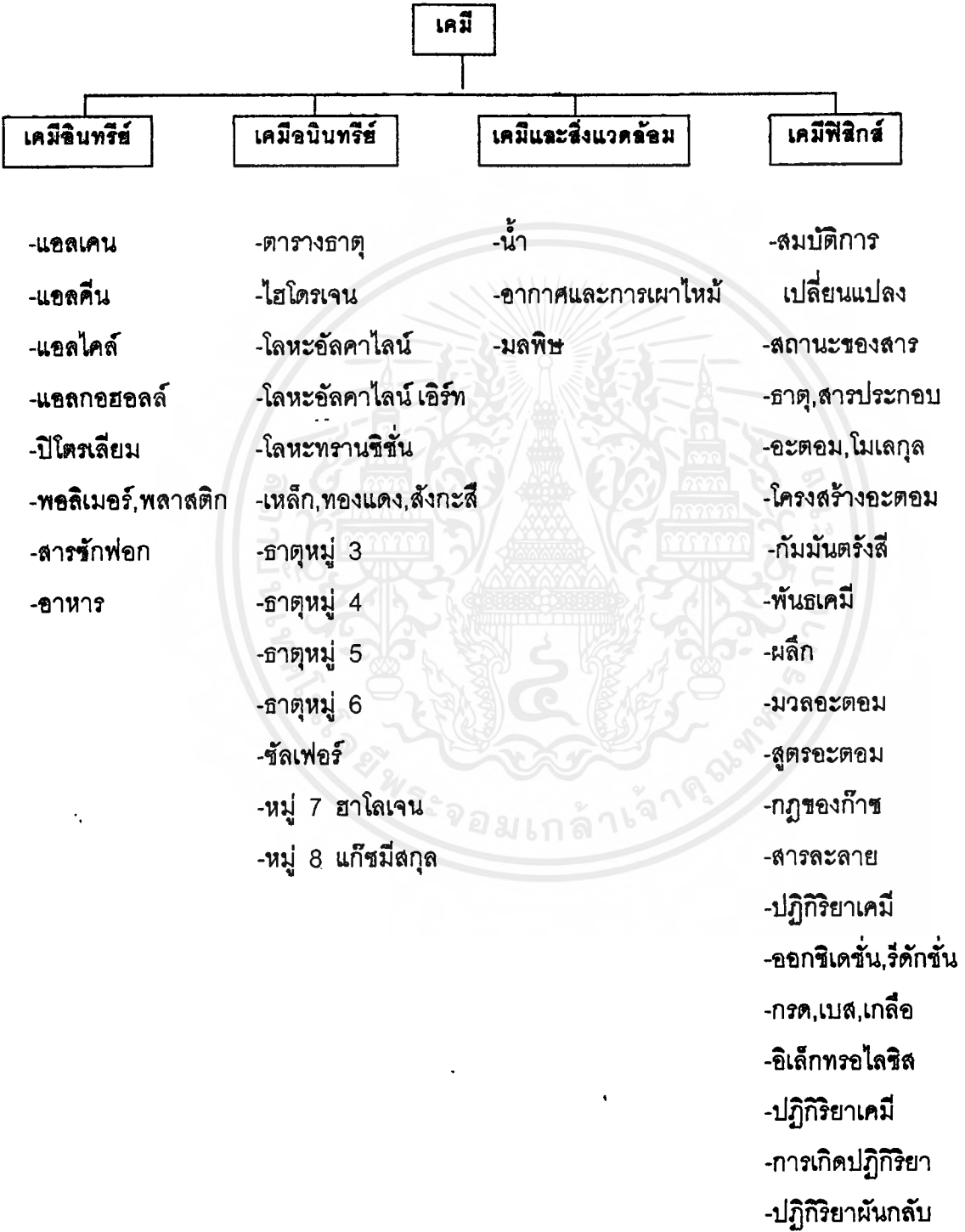
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงลักษณะการจำแนกประเภทของเนื้อหาทางฟิสิกส์



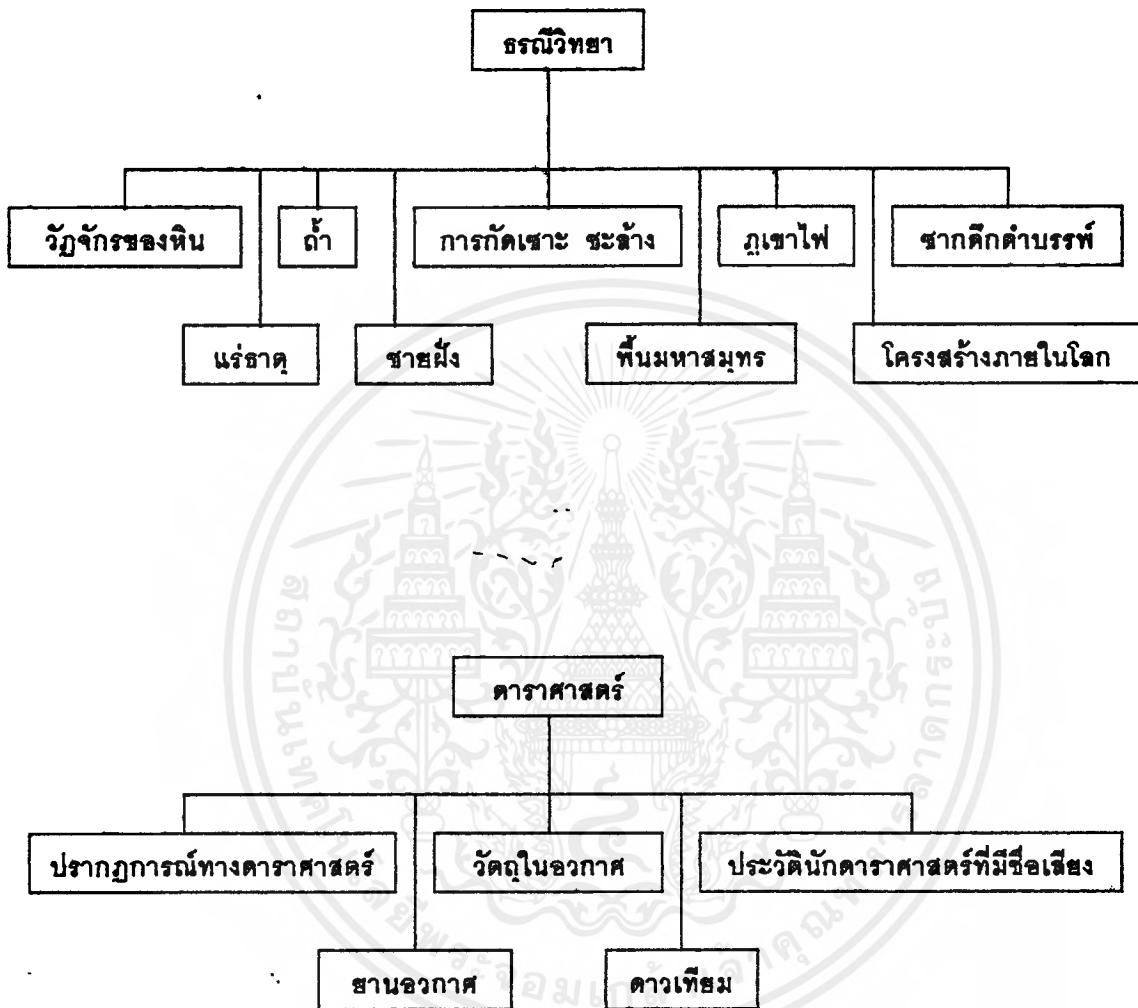
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงลักษณะการจำแนกประเภทของเนื้อหาทางเคมี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงลักษณะการจำแนกประเภทของเนื้อหาธรณีวิทยา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ข้อมูลด้านลวดลาย

ประเภทของลวดลาย

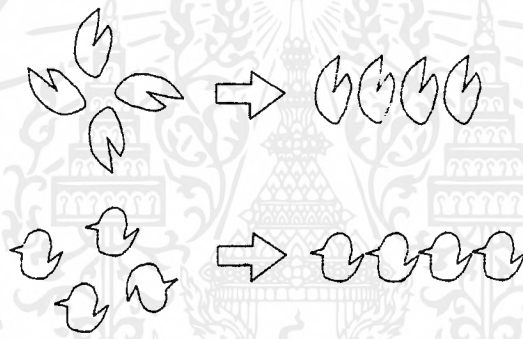
ลวดลายมีหลายประเภท เช่น

1. ลายกราฟฟิก
2. ลาย ABSTRACT
3. ลายการ์ตูน
4. ลายเหมือนจริง

หลักในการออกแบบลวดลาย (Definition of Design Principle)

ความรู้หลักเบื้องต้นในการออกแบบ สามารถช่วยให้การออกแบบลายง่ายขึ้นและน่าสนใจมากขึ้น

การออกแบบลาย คือ การจัดระเบียบลาย



1. Repetition คือการทำซ้ำ ๆ กัน ของลายในทิศทางต่าง ๆ

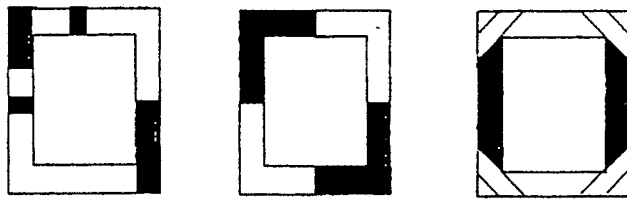


2. Rhythm จังหวะของเส้นสาย สัมพันธ์กับการเคลื่อนไหว (Related Movement) เป็นการวางเส้น รูปทรง โทนสี ลงบนภาชนะในส่วนที่สายตาเห็นได้ง่าย มีการลื่นไหลของเส้น

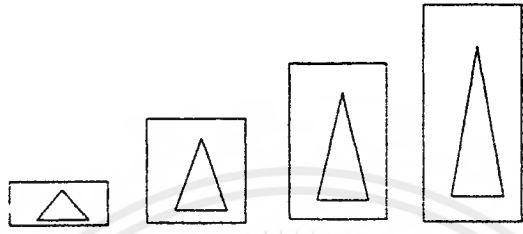


3. Balance เป็นลายที่ดูสงบโดยอาศัยความเท่าเทียม (Equal Attraction) โดยปกติลาย 2 ข้างจากแนวกลางจะเหมือนกันทุกประการ หรือความสมดุลของลายที่ 2 ข้างอาจไม่เหมือนกันก็ได้

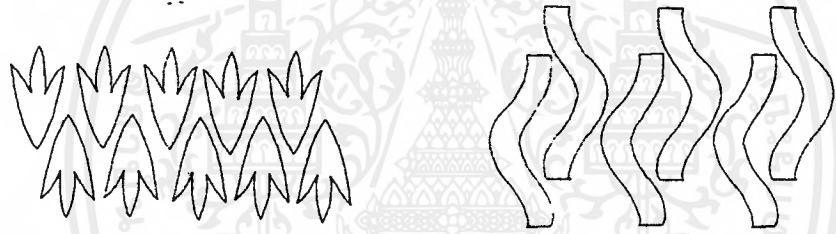
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



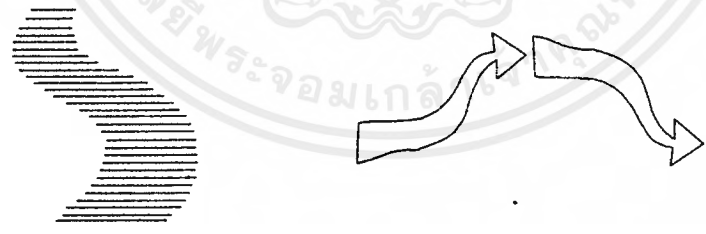
4. Proportion คือ ความสัมพันธ์ของขนาดสัดส่วนที่มีต่อกันของลาย



5. Alternation เป็นการสลับกันของลาย อย่างต่อเนื่องและเป็นระเบียบ ลายอาจมี 2 ลายขึ้นไป



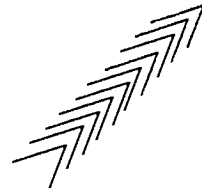
6. Sequence เป็นการลำดับเส้นทางลาย รูปทรงหรือโทนสีให้รวมเป็นส่วนเดียวกัน



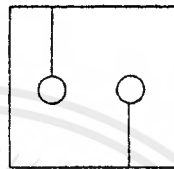
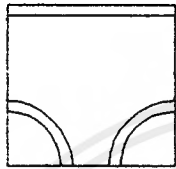
7. Radiation ลายที่แตกแขนงมาจากจุดกึ่งกลางหรือแกนกลาง



8. Parallelism เป็นการต่อเนื่องของเส้นหรือรูปทรงในทิศทางเดียวกันในระยะต่าง ๆ



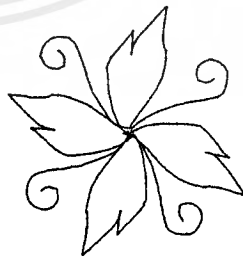
9. Symmetry คือ การสมมาตรของลายที่เท่า ๆ กัน เหมือนกันทุกประการทั้ง 2 ด้านจากแนวกึ่งกลาง



10. Contrast เป็นลายที่เกิดจากการรวมตัวกัน ระหว่างความแตกต่าง ทางเส้นสาย รูปทรงสี ความใหญ่-เล็ก สั้น - ยาว หรือสูง-ต่ำ



11. Emphasis เป็นการเน้นลาย โดยการวางลายในตำแหน่งที่สะดุดตาที่สุด จากนั้นจึงแจกแจงรายละเอียด เพื่อให้ลายหลักมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น

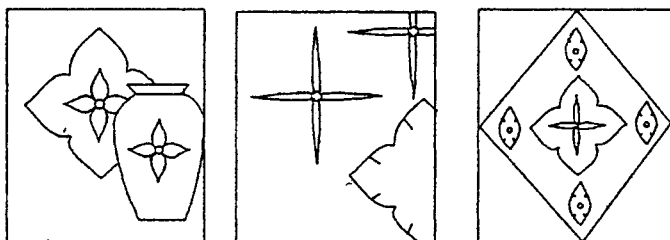


การจัดวางลายบนผลิตภัณฑ์

ตำแหน่งของลาย (Placing Design) ในการออกแบบลวดลายบนภาชนะ มี 3 ลักษณะดังนี้

1. Spot คือ ลายโดด ๆ โดยการวางลายในตำแหน่งใด ๆ บนผลิตภัณฑ์ เป็นการวางลาย เพื่อเป็นจุดสนใจของชิ้นงาน โดยทั่วไปไม่มีการตัดกันของสีพื้นกับสีลวดลาย ดังรูป หรืออาจเป็นลายโดด ๆ ในลักษณะกลุ่มไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลายต่าง ๆ รวมเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 2 หรือมีรายละเอียดปลีกย่อย ออกไปแต่ยังคงรวมอยู่ในกรอบเดียวกัน ดังรูปที่ 3



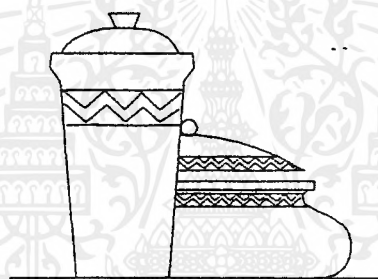
รูปที่ 1

รูปที่ 2

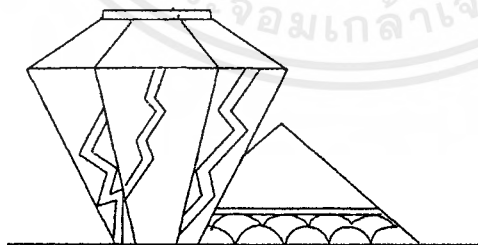
รูปที่ 3

ลายแบบนี้มักวางลวดลายบนผลิตภัณฑ์ 3-4 จุดรอบภาชนะ เนื่องจากสายตาคนเรา มองเห็นเพียง 1/3 ของผิวผลิตภัณฑ์ ลายแบบ Spot มักใช้ร่วมกับลาย Band

2. ลาย Band ลายแถบ ซึ่งใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์เพื่อนำสายตา เน้นให้เห็นสัดส่วนรูปทรงของผลิตภัณฑ์ให้เด่นชัดขึ้น แถบลายต่อเนื่องมักนิยมใช้กับงานที่รูปทรงสูง ดังรูป



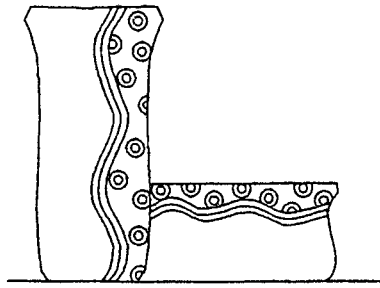
หากเป็นรูปทรงเหลี่ยม เช่น รูป 4-5 เหลี่ยม ลายตกแต่งในแต่ละด้านอาจแตกต่างกันได้ ลายแถบมักใช้ตกแต่งภาชนะในส่วนบนหรือส่วนล่างของผลิตภัณฑ์ หรือทั้ง 2 ด้านดังรูป



ความกว้างของลวดลายแถบต้องมีความสัมพันธ์กับขนาดของผลิตภัณฑ์ลายแถบไม่ควรกว้างเกินไป ถ้ากว้างมากจะเป็นการแบ่งสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ ให้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนและส่วนล่าง

การออกแบบลายแถบ ควรกำหนดตำแหน่งของ Band line ก่อน แล้วจึงใส่รายละเอียดลงไป ลายที่ใช้จะมีการดึงเอาสิ่งที่เป็นธรรมชาติ หรือรูปทรงที่เรียบง่ายใส่เข้าไป เพื่อให้ตรงตามรูปทรงของงาน

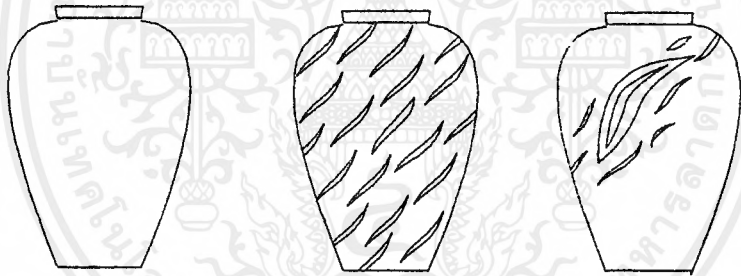
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



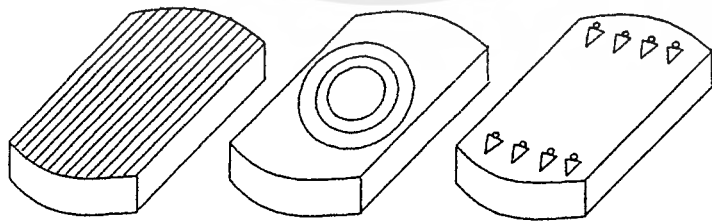
ภาชนะที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม สูงควรมีเส้นในแนวตั้งประกอบกับลายแถบ การวางตำแหน่งของลาย ไม่ควรให้อยู่ที่กว้างสุดของชิ้นงาน เพราะจะทำให้ชิ้นงานขาดความน่าสนใจ หรือวางลายในตำแหน่งมือถือผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้น

3. All Over Pattern เป็นการออกแบบลายทั่วทั้งภาชนะ ซึ่งแตกต่างจากลายทั้ง 2 ประเภทข้างต้น โดยลวดลายกระจายทั่วภาชนะ มิได้เป็นจุดใดจุดหนึ่ง

การออกแบบ All Over Pattern นี้อาจดัดแปลงจากลายต้นแบบได้โดยการกระจายช่องไฟ ให้ลายอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องดังรูป หรือการใช้ แม่ลายหลัก (Main Moffet) และมีลายประกอบย่อย

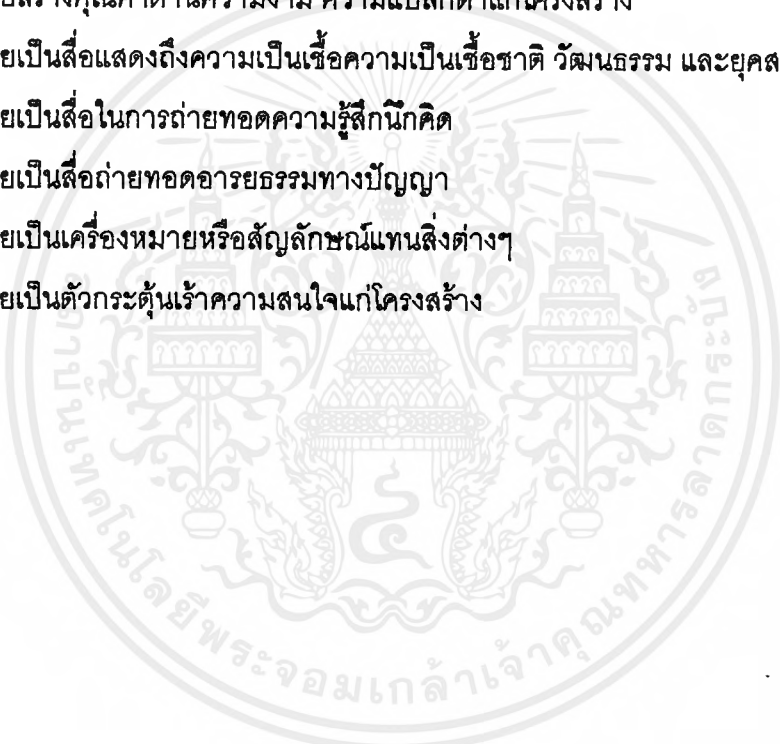


ขนาดของลายที่มีผลทำให้ภาชนะดูใหญ่หรือเล็กลง



ประโยชน์ของลวดลาย

- 1 ใช้ลวดลายเป็นตัวกำหนดความเป็นหมู่หรือความแตกต่าง
 - 1.1 โครงสร้างของรูปแบบที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ใช้ลวดลายเป็นตัวกำหนดให้เกิดความเป็นหมู่พวกเดียวกัน ในหมู่สามเหลี่ยม วงกลม หรือรูปทรงอิสระลวดลายจะสามารถสร้างความเป็นหมู่พวกเดียวกันในความรู้สึกได้ดีที่สุด
 - 1.2 การใช้ลวดลายเป็นตัวกำหนดให้เกิดความแตกต่าง ในโครงสร้างเหมือนกัน เช่น จานทรงกลมขนาดเดียวกันหรือถ้วย MUG ขนาดเดียวกัน ลวดลายที่ต่างกันสามารถสร้างความรู้สึกได้เช่นกัน
- 2 ใช้ลวดลายสร้างคุณค่าด้านเนื้อหาเรื่องราวลงบนโครงสร้าง
- 3 ใช้ลวดลายสร้างคุณค่าด้านความงาม ความแปลกตาแก่โครงสร้าง
- 4 ใช้ลวดลายเป็นสื่อแสดงถึงความเป็นเชื้อความเป็นเชื้อชาติ วัฒนธรรม และยุคสมัย
- 5 ใช้ลวดลายเป็นสื่อในการถ่ายทอดความรู้สึกนึกคิด
- 6 ใช้ลวดลายเป็นสื่อถ่ายทอดอารยธรรมทางปัญญา
- 7 ใช้ลวดลายเป็นเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แทนสิ่งต่างๆ
- 8 ใช้ลวดลายเป็นตัวกระตุ้นเร้าความสนใจแก่โครงสร้าง



วิเคราะห์และสรุปแนวทางการเลือกใช้ลวดลายในการออกแบบ

พิจารณารูปแบบที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างนั้นแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

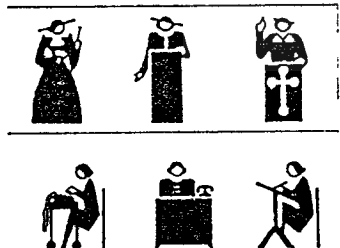
1. ลายกราฟฟิก
2. ลาย ABSTRACT
3. ลายการ์ตูน
4. ลายเหมือนจริง

สรุป จากรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 6 ประเภท ที่นำเสนอเนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน แนวทางการเลือกใช้ลวดลายในการออกแบบจึงต้องสอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละประเภทนั้น ๆ ซึ่งสามารถสรุปแนวทางการเลือกใช้ลวดลาย เพื่อสื่อให้เห็นถึงคุณค่าและเนื้อหาเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยใช้ ลายกราฟฟิกประเภทสัญลักษณ์เป็นหลัก

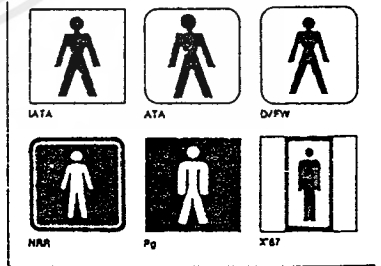
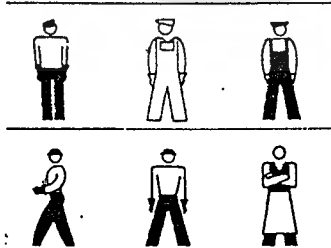
สัญลักษณ์ คือ สิ่งที่ออกแบบสร้างขึ้น เพื่อใช้แทนสื่อความหมายที่ให้ทุกคนในสังคมปฏิบัติ เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย และเพื่อให้ทุกคนมีความเข้าใจตรงกัน ช่วยทำหน้าที่แทนการอธิบายหรือแทนประโยคเพื่อให้เข้าใจและช่วยขจัดปัญหาการไม่รู้ภาษาต่างประเทศ แม้จะไม่รู้ภาษาแต่ถ้าเห็นสัญลักษณ์แล้วก็เข้าใจได้ทันที โดยสามารถแบ่งประเภทของสัญลักษณ์ดังกล่าวเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

- 1 สัญลักษณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ (NATUREAL SYMBOL)
เช่น เมฆครีမ်เป็นสัญลักษณ์ให้ทราบว่าฝนจะตก ฝนตกเป็นสัญลักษณ์เตือนให้มนุษย์รู้ว่าอาจจะมีฟ้าผ่าฟ้าร้องได้ เป็นต้น
- 2 สัญลักษณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น (CONVENTIONAL SYMBOL)
มีรูปแบบต่าง ๆ กันมากมาย บ้างก็ดัดแปลงมาจากรูปแบบของสัตว์บก , สัตว์น้ำ , สัตว์เลื้อยคลาน , ดอกไม้ , ต้นไม้ , เครื่องใช้ ฯลฯ เป็นต้น

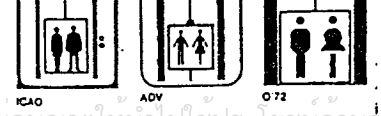
สัญลักษณ์เกี่ยวกับผู้หญิง



สัญลักษณ์เกี่ยวกับผู้ชาย



สัญลักษณ์เกี่ยวกับผู้ชาย-หญิง



2.7 ข้อมูลด้านสี

2.7.1 การแบ่งประเภทของสี

สีมีอยู่ในธรรมชาติทั่วไป มีความกลมกลืน มีความสัมพันธ์ และมีความแตกต่างกัน มีถิ่นกำเนิดจากธรรมชาติ นักวิชาการทางทฤษฎีสีได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า สี คือ คลื่นของแสงหรือความเข้มของแสงที่มากระทบตาเรา

สีตามพจนานุกรมตามฉบับราชบัณฑิตยสถาน คือ ลักษณะของแสงที่ปรากฏแก่สายตาเราให้ปรากฏเป็นสีขาว ดำ แดง เขียว ฯลฯ เราสามารถเห็นได้ด้วยจักขุสัมผัส หรือ สี คือ การสะท้อนรัศมีของแสง (SPECTRUM) มาสู่ตาเรา

สีสามารถแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. สีธรรมชาติ

ข. สีที่มนุษย์สร้างขึ้น

สีธรรมชาติ เป็นสีที่เกิดเองตามธรรมชาติ เช่น สีของแสงอาทิตย์ สีของท้องฟ้า ยามเช้า เย็น สีของรุ่งกินน้ำ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติตลอดจนสีของ ดอกไม้ ต้นไม้ พื้นดิน ท้องฟ้า น้ำทะเล ฯลฯ

สีที่มนุษย์สร้างขึ้น หรือได้สังเคราะห์ขึ้น เช่นสีวิทยาศาสตร์ มนุษย์ได้ทดลองจากแสงต่าง ๆ เช่น ไฟฟ้า หรือแสงพิเศษ นำมาผสมโดยการทอแสงประสานกัน นำมาใช้ประโยชน์ในด้านการละคร การจัดฉากเวที ภาพยนตร์ โทรทัศน์ การตกแต่งสถานที่ ห้องแสดงสินค้า ฯลฯ

สีที่มนุษย์สร้างขึ้นยังมีวัสดุธาตุที่จะเป็นวัสดุของสี เช่นสีน้ำ สีน้ำมัน สีเมจิก สีชอล์ก สีโปสเตอร์ ฯลฯ ที่เรียกว่าช่างเขียน สามารถนำไปใช้สร้างสรรค์งานศิลปะทั่วไป มีวิธีผสมและนำไปใช้ทางจิตกรรม สถาปัตยกรรม และพานิชศิลป์ ฯลฯ การผสมสีเข้าด้วยกันตั้งแต่ 2 สีขึ้นไปก็จะทำให้เกิดสีที่แตกต่างออกไปจากเดิม และแต่ละสีจะก่อให้เกิดความรู้สึกผ่านการสัมผัสโดยใช้ตาเป็นสื่อมองเห็น

2.7.2 จิตวิทยาสี (PSYCOLOGY OF COLOUR)

สีทุกสีย่อมมีอิทธิพลอยู่เหนือจิตใจมนุษย์ทั่วไป ดังนั้นสีกับมนุษย์จึงแยกกันไม่ออก ทุกคนจะรู้สึกในอารมณ์ทันทีที่ได้เห็นสี อิทธิพลของสีมีความผูกพันกัน ดังนั้นจึงควรจะได้รู้ถึงสีสีต่าง ๆ ที่แสดงอารมณ์โดยเฉพาะเพื่อให้ถูกกับเรื่องราวที่จะนำไปให้เป็นผลสมบูรณ์

จิตวิทยาของการใช้สีในชีวิตประจำวัน

เตือนให้ระวังอันตราย

ใช้ สีแดง ส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลอดภัย	ใช้	สีเขียวหรือสีขาว เช่น ไฟสัญญาณจราจร จราจรตามทางข้ามบนท้องถนน
เกี่ยวกับไฟไหม้หรือเรื่องไฟ	ใช้	สีแดง
การพักผ่อน	ใช้	สีเขียว สีน้ำเงินปนเขียว
ความสนุกสนาน ร่าเริง	ใช้	สีชมพู เหลืองปนเขียว

สีเกี่ยวกับการรักษาคนไข้ทางโรคประสาท

คนไข้ที่มีความเบื่อหน่ายต่อสิ่งต่าง ๆ ควรให้พักในห้องสีเขียวเหลือง เพื่อให้ดูคล้ายธรรมชาติ สีเขียวเป็นสีของความสดชื่น เป็นสีแสดงความงอกงามของธรรมชาติ

คนเจ้าอารมณ์	ใช้	สีน้ำเงินปนเขียว หรือเขียวอ่อน เพื่อให้เกิดความเยือกเย็นและสงบ
คนที่หมดกำลังใจ	ใช้	สีส้ม ชมพูแก่ เหลือง เพื่อให้เกิดความรู้สึกสดชื่นร่าเริง
สีน้ำเงิน	-	เจียบขริม เอาการ เอางาน สงบสุข มีสมาธิ
สีเขียว	-	ปกติ มีชีวิต มีพลังมีความสุขบำบัดโรคประสาทได้ดี
สีแดง	-	กระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้นร่าเริง
สีเหลืองแก่	-	เกิดพลังความกระชุ่มกระชวย มั่งมีมั่งคั่ง
สีเหลือง	-	สดใส ร่าเริง เบิกบาน
สีส้ม	-	ทำให้เกิดกำลังวังชา
สีเขียวเหลือง	-	มีชีวิต เป็นสีแห่งความเจริญวัยเป็นหนุ่มสาว
สีม่วง	-	เสน่ห์ ความเร้นลับ มีอำนาจ
สีม่วงเข้ม	-	แสดงถึงความเศร้าโศก
สีเทา	-	ความเศร้า เจียบขริม แก่ชรา สงบนิ่ง
สีขาว	-	บริสุทธิ์ ใหม่ สดใส สะอาด ร่าเริง
สีชมพู	-	ประณีต มีความหวัง ร่าเริง เป็นหนุ่มสาว เบบาง
สีแดงเข้ม	-	มั่งคั่ง สมบูรณ์ สง่าผ่าเผย ปิดอิ้มเอิบ
สีเทาอมเขียว	-	แก่ชรา ห่อเหี่ยว ไม่มีพลัง
สีน้ำตาล	-	อบอูน แห้งแล้ง นำเบื่อ
สีดำ	-	หนักแน่น มีด เศร้าโศก ลึกลับ ว่างเปล่า
สีทอง เงิน และสีที่เป็นมันวาว	-	แสดงถึงความมั่งคั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สีดำกับสีขาวอยู่ด้วยกัน - แสดงอารมณ์ที่ถูกกดดัน
- สีสดและสีบาง ๆ ทุกสี - ความกระชุ่มกระชวย ความสดใส
- สีเขียวอ่อน - ให้ความรู้สึกอ่อนแอ บอบบาง
- สีฟ้า - ให้ความรู้สึกกว้างขวาง

2.7.3 สีกับการใช้งาน

สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยแจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้งานดังนี้

- สีสดใสกับสีสดใส
 - สีอ่อนกับสีสดใส
 - สีอุ่นตัดกับสีเย็น
- สีตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น
- สีดำบนพื้นสีเหลือง
 - สีเหลืองบนพื้นสีเหลือง
 - สีแดงบนพื้นสีขาว
 - สีเหลืองบนพื้นสีน้ำเงิน
 - สีส้มบนพื้นสีน้ำตาล
 - สีชมพูบนพื้นสีดำ

สีสามารถทำให้เห็นเป็นว่าเข้ามาใกล้ หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอุ่นซึ่งได้แก่ สีเหลืองนั้นดูแล้วคล้ายกับว่าเข้ามาใกล้ตัวผู้ดู ในขณะที่สีเย็น คือสีน้ำเงิน น้ำเงินเทา และม่วง ถอยห่างจากผู้ดูออกไป

สีเมื่อเราใช้ในเนื้อที่มาก ๆ แล้วไม่พอนั้น ถ้าใช้แต่เพียงเล็กน้อย อาจทำให้น่าสนใจ และอาจเสริมความน่าดูให้กับสีอื่นได้

การใช้สีเข้มจัดกับสีอ่อนจะทำให้แลเห็นว่าเด่น และมีชีวิตชีวามากกว่าใช้สีที่มีความเข้มหรือจางที่ใกล้เคียงกันมาก

สีที่มีความสดใสพอกัน เมื่อใช้ด้วยกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว ให้ใช้ใน การออกแบบป้ายหรือภาพโฆษณา

หลักในเรื่องความเด่นของสีมีอยู่ว่า ควรจะต้องมีสีชนิดหนึ่งก็คือ แต่ละสีที่ใช้ ปริมาณเท่ากันหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อสีที่เปลี่ยนไป สีที่กินที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยัง ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงความสดใสของสีอีกด้วย

2.7.4 สีกับชีวิตประจำวัน

การกำหนดสีให้เหมาะกับเพศ วัย รูปร่าง ผิวพรรณ โดยทั่วไปเพศหญิงมักมีโอกาสเลือกสีและลายได้มากกว่าเพศชาย เช่น สีที่อ่อนสดใส ไปจนถึงสีที่เข้มสด และสีที่ลดค่าความสดใสไปแล้ว

สำหรับเพศชาย การใช้สีบางสีที่เข้มสดตัดกันอย่างรุนแรงย่อมไม่เหมาะ จะใช้ได้บางโอกาส บางสถานที่ เช่น สถานที่ท่องเที่ยวพักผ่อนที่เป็นธรรมชาติ ขุดลำลอง โดยปกติควรใช้สีอ่อนมีลวดลายเพียงเล็กน้อย หรือใช้สีเข้มหม่นพอควร หรือสีที่ดูเป็นกลาง ๆ มัว ๆ ไม่ฉูดฉาด สะดุดตาเกินไป

วัยรุ่น กำลังเป็นวัยที่เริ่มมีความคิดอ่าน แบบผู้ใหญ่ เริ่มมีความคิดที่มีอิสระ ไม่ค่อยชอบกฎเกณฑ์ข้อบังคับต่าง ๆ มีอารมณ์อ่อนไหว รู้สึกชอบง่ายและเบื่อง่าย มีความหือฝั้นชอบเลียนแบบแฟชั่นเพื่อจะให้มีจุดเด่น มีการใช้สีฉูดฉาด สะดุดตา ควรจะเป็นสีสดใสคล้ายคลึงกับสีธรรมชาติ เช่น สีส้มของดอกไม้ เป็นต้น

วัยหนุ่มสาว เป็นวัยที่มีความรู้สึกและอารมณ์ การใช้สีเป็นไปอย่างกว้างขวาง สามารถที่จะใช้สีของวัยรุ่นในลักษณะสดใส ตลอดจนสีเข้มสดไปถึงสีที่ถูกลดค่าให้เป็นกลางประเภทสีมัว ๆ แต่ต้องระวังการใช้สีประเภทเป็นกลาง ที่ดูมัวนี้ ถ้านำมาใช้มากเกินไปก็จะทำให้ดูเคร่งขรึม ไม่เข้ากับลักษณะวัย

วัยผู้สูงอายุ ในสมัยก่อนมักใช้สีขาว ดำ น้ำเงิน น้ำตาล เทา และสีม่วงเข้ม และอีกไม่กี่สี ซึ่งมักจะเป็นสีที่มีดหรือหนัก ๆ ที่ทำทำให้ดูมีอารมณ์เคร่งขรึม ซึ่งโครงของสีดังกล่าว เหมาะกับวัยผู้สูงอายุ เพราะดูสง่างามแผย สุภาพ ราบเรียบ และมักจะนิยมใช้กันมาทุกยุค ทุกสมัย จนกระทั่งถึงทุกวันนี้ ความเปลี่ยนแปลงทางศิลปวัฒนธรรม สังคมประเพณี สิ่งแวดล้อมของภารกิจอันรวดเร็ว และลัษณ จึงเป็นเหตุให้ความรู้สึกนึกคิดและอารมณ์ของตนเปลี่ยนไป วัยผู้สูงอายุในปัจจุบันกล้าที่จะใช้สีฉูดฉาดเพิ่มขึ้น เช่น สีสด อ่อนจาง ๆ หรือสีเข้มสด ที่มีสีสดผสมอยู่ด้วยกัน

คนในวัยสูงอายุในแถบเอเชียจะน้อยกว่าคนสูงอายุในแถบยุโรปและอเมริกา

2.7.5 เทคนิคการใช้สี (COLOUR TECHNIQUE)

ปัญหาเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สีมีดังนี้

- 1 สีกับรูปร่าง (COLOUR IN RELATION TO FORM)
- 2 สีกับพื้นผิว (COLOUR & TEXTURE)
- 3 สีกับวัสดุ (COLOUR & MATERIAL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 สีกัปรูปร่าง

สีกัปรูปร่างมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สีนิดเดียวกันใช้กับของที่มีรูปร่างต่างกันจะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือทรงกลม จะมีสีเข้มกว่าลูกบาศก์เพราะ สามารถสะท้อนแสงได้ ทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลังตัดกันอย่างรุนแรง จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

2 สีกัปปื้นผิว

ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปบนพื้นผิว หากไม่ต้องการให้เห็นง่าย ให้ใช้สีด้านหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรหรือส่วนที่มีการเคลื่อนไหว ไม่ควรใช้สีน้ำมัน เพราะจะทำให้ระคายตาทำงานไม่สะดวก

การพยายามใช้วัสดุบางอย่างลอกเลียนให้เหมือนของบางอย่าง เช่น ทำพลาสติกให้เป็นลวดลาย ไม่ควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุตามความเป็นจริง

3 สีกัปวัสดุ

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภท คือ

- 1 สีต่าง ๆ แลกเกอร์และเคลือบมีหลายสี
- 2 พวกโลหะ พวกชุบโครเมียม นิกเกิลชุบอะลูมิเนียม มีสีแตกต่าง
- 3 พลาสติกมีสีต่าง ๆ มากมาย
- 4 เครื่องเคลือบดินเผามีหลายสีควบคุมให้เหมือนจริงได้ไม่ยากนัก ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
- 5 แก้วทำได้หลายสี

2.7.6 การใช้สีในการออกแบบผลิตภัณฑ์

1 ให้ความรู้สึกในเรื่องของขนาด ในการมองสีอ่อนจะทำให้มองเห็นวัสดุมีขนาดใหญ่กว่าสีเข้ม เครื่องจักรกลอาจทำให้มองเห็นไม่น่าดู น่าเกลียด และเห็นไม่ชัดโดยการใช้สีกลมกลืนไปกับเงา

ในกรณีเดียวกันสีอ่อนจะทำให้เห็นวัตถุอยู่ใกล้ และสีเข้มจะมองดูไกล สีร้อนดูใกล้-สีเย็นดูไกล

2 น้ำหนักสีมีผลเกี่ยวกับน้ำหนักของวัตถุ สีอ่อนจะมองดูเบา สีเข้มจะมองดูหนักในกรณีนี้สีเย็น เช่น สีน้ำเงินอ่อน เขียวอมฟ้า ฟ้าอมม่วง และสีเหลืองอ่อน จะทำให้ดูเบาในเรื่องน้ำหนัก

3 ความแข็งแรง สีร้อน เช่น สีแดง แสด เหลืองเข้ม มักจะแสดงถึงความแข็งแรงมากกว่าสีเข้มกว่าหรือสีที่มีสีเทามากกว่า แต่สีบรอนซ์และสีน้ำเงินอมเทา จะทำให้ดูมีความรู้สึกเหมือนเหล็ก จึงเป็นสีที่เหมาะสมที่จะแสดงถึงความแกร่ง

4 อุณหภูมิ ในกรณีที่จะให้เห็นถึงอุณหภูมิ จะเห็นข้อแตกต่างได้มาก สีแดง แสด เหลืองแรง ๆ จะแสดงถึงความร้อน สีน้ำเงิน เขียวอมฟ้า ฟ้าอมม่วงและขาว แสดงถึงความเย็น ดูเย็นสีแดงจะไม่ค่อนข้างเห็นว่ามีกรชาย ช้อยกเว้นสำหรับสีแดงในกรณีนี้คือความสะดุดตา ห้างสรรพสินค้าพบว่า เตารีดที่มีมือจับสีน้ำเงินขายไม่ค่อยออก แต่เมื่อเป็นสีแดงขายได้ สีขาวสีอ่อนจะไม่ค่อยดูความร้อน สีเข้มจะดูความร้อนมากเท่าที่ที่เป็นเหล็กทาสีขาวจะเย็นกว่าสีแดงเมื่อตั้งอยู่กลางแจ้ง

5 ความสะอาด สีขาวเมื่อถูกผสมให้ไปทางน้ำเงิน มองดูรู้สึกสกปรก ไม่บริสุทธิ์ จนกระทั่งสีน้ำเงินที่ใส่เข้าไปมีจำนวนมาก มองเห็นเป็นสีฟ้า สำหรับในวงการอุตสาหกรรม (ยกเว้นในกรณีที่ต้องการสีฟ้า) ส่วนมากจะแปลงสีขาวโดยใช้สีเหลืองและสีแดง สีงาช้าง สีเหลืองอ่อน จัดว่าเป็นสีที่สะอาดและถูกสุขลักษณะ เพราะเป็นสีที่ใกล้เคียงกับสีของอาหาร เช่น ครีม เนย

6 ความภูมิฐานสง่างาม ถ้าต้องการลักษณะนี้ไม่ควรใช้สีร้อนแรง นอกจากจะใช้เป็นส่วนเล็กน้อย สีเทา เป็นสีที่แสดงความภูมิฐานสง่างามได้ดีที่สุด ส่วนสีที่เลือกใช้ได้ คือ เทาอมน้ำเงิน เทาอมม่วง เทาอมเขียว และสีแดงคล้ำ

วิเคราะห์และสรุปแนวทางการเลือกใช้สี

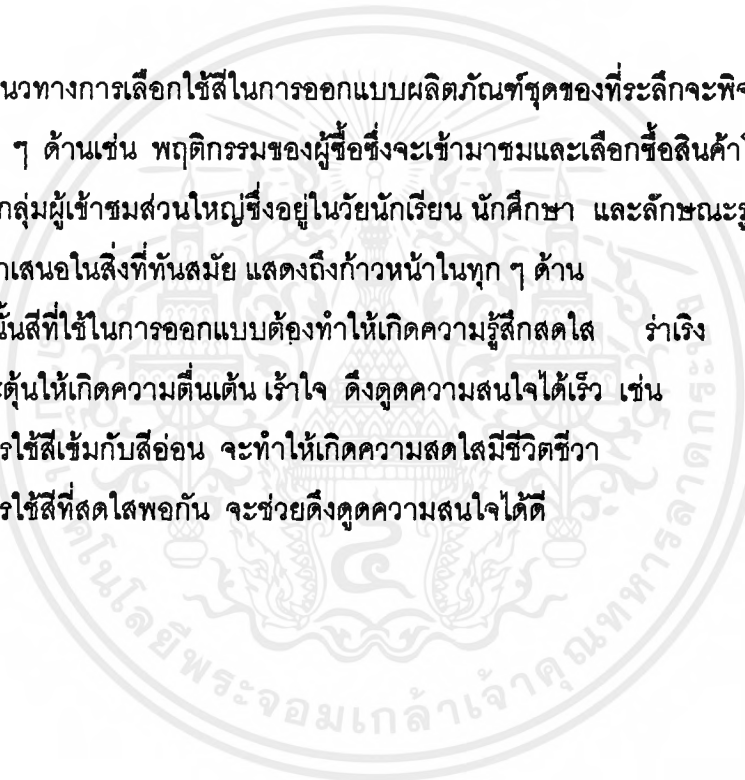
สีสามารถแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ

- ก. สีธรรมชาติ เช่น สีของแสงอาทิตย์ สีของท้องฟ้ายามเช้า เย็น สีของรุ่งกิน น้ำ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติตลอดจนสีของ ดอกไม้ ต้นไม้ พื้นดิน ท้องฟ้า น้ำทะเล ฯลฯ
- ข. สีที่มนุษย์สร้างขึ้น หรือได้สังเคราะห์ขึ้น เช่นสีวิทยาศาสตร์ มนุษย์ได้ทดลองจากแสงต่าง ๆ เช่น ไฟฟ้า หรือแสงพิเศษ นำมาผสมโดยการทอแสงประสานกัน นำมาใช้ประโยชน์ในด้านการละคร การจัดฉากเวที ภาพยนตร์ โทรทัศน์ การตกแต่งสถานที่ ห้องแสดงสินค้า ฯลฯ

สรุป แนวทางการเลือกใช้สีในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุดของที่ระลึกจะพิจารณาจากปัจจัยหลาย ๆ ด้านเช่น พฤติกรรมของผู้ซื้อซึ่งจะเข้ามาชมและเลือกซื้อสินค้าโดยใช้เวลาไม่มากนัก กลุ่มผู้เข้าชมส่วนใหญ่ซึ่งอยู่ในวัยนักเรียน นักศึกษา และลักษณะรูปแบบของสถานที่ซึ่งนำเสนอในสิ่งที่ทันสมัย แสดงถึงก้าวหน้าในทุก ๆ ด้าน

ดังนั้นสีที่ใช้ในการออกแบบต้องทำให้เกิดความรู้สึกสดใส ร่าเริง มีชีวิตชีวา สามารถกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น ใจดี ดึงดูดความสนใจได้เร็ว เช่น

- การใช้สีเข้มกับสีอ่อน จะทำให้เกิดความสดใสมีชีวิตชีวา
- การใช้สีที่สดใสพอกัน จะช่วยดึงดูดความสนใจได้ดี

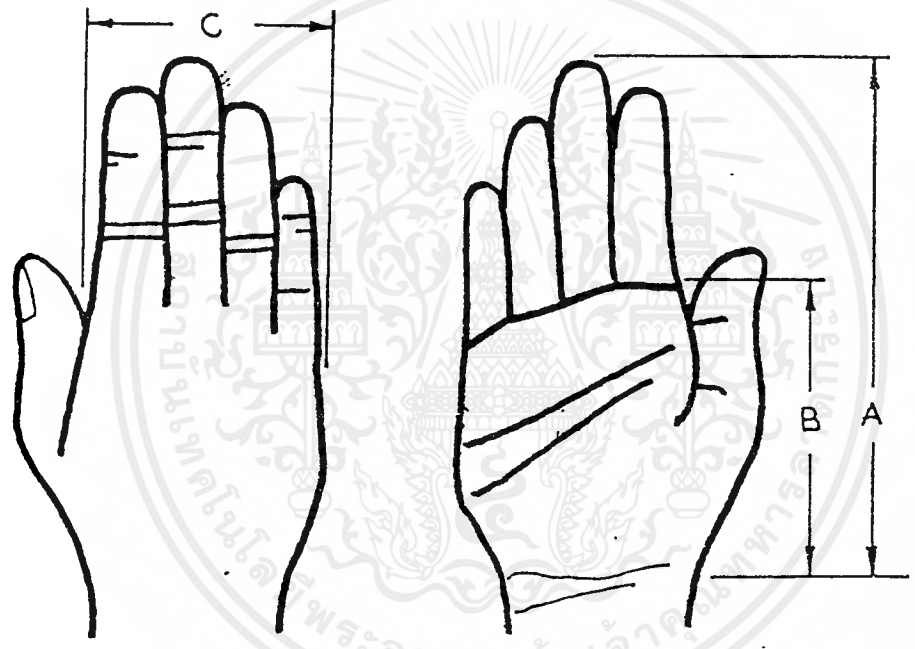


2.8 ข้อมูลเกี่ยวกับกายวิภาค (Ergonomics)

ขนาดสัดส่วนของมือที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นั้น เราจำเป็นต้องศึกษาถึงขนาดสัดส่วนของมนุษย์ เพื่อที่จะทำการออกแบบให้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีการใช้งานได้ถูกต้องตามหลักสรีระศาสตร์ มือก็เป็นส่วนหนึ่งของร่างกายที่มนุษย์ใช้งานมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการหยิบ การยก การเลื่อน การเปิดปิด ล้วนแต่ใช้มือในการกระทำทั้งสิ้น ดังนั้นจึงควรศึกษาขนาดและการเคลื่อนไหวของมือที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆดังนี้

ขนาดสัดส่วนของมือ



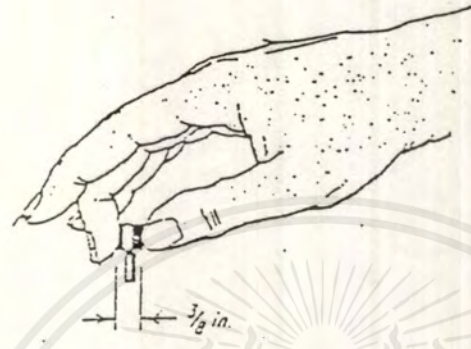
- A = 17.8 cm.
- B = 10 cm.
- C = 8.2 cm.

มือจะสามารถทำงานและเคลื่อนไหวได้โดยอาศัยส่วนบน มือที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถหมุนขึ้นได้ 45 องศา หมุนลงได้ 75-100 องศา และพลิกเอียงคว่ำ-หงายได้ 90 องศา

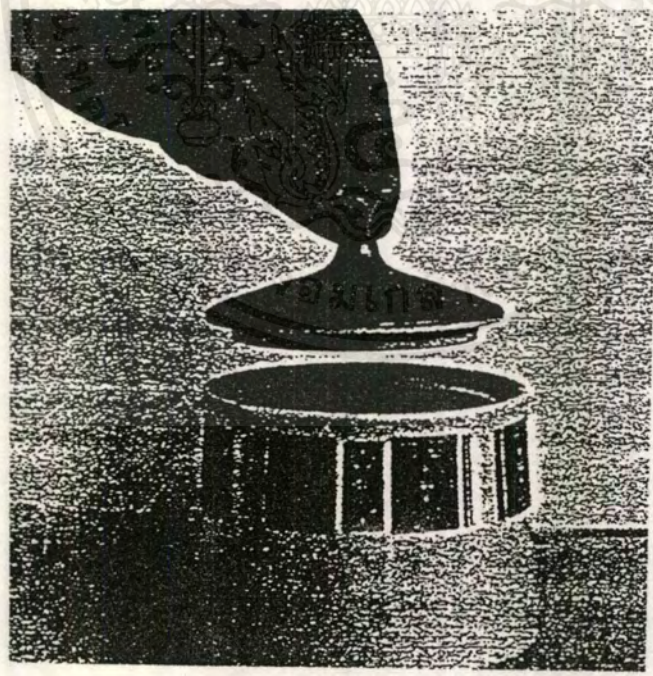
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการใช้งานของมือที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

- 1. การจับวัตถุที่เล็กที่สุด เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วกลาง วัตถุต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณไม่ต่ำกว่า 0.9 cm. (3/8 นิ้ว) สูงประมาณ 1-2 cm.



- 2. การจับวัตถุที่เล็กที่สุด เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้ วัตถุจะเล็กที่สุดได้ไม่ต่ำกว่า 2/8 - 5/8 นิ้ว

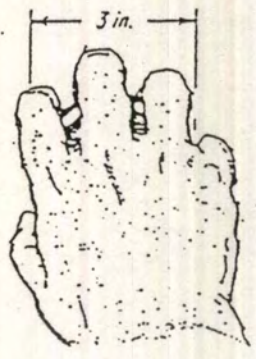


- 3. การจับห่วงกลม ใช้ นิ้วเดียว เส้นผ่านศูนย์กลางของห่วงประมาณ 1 นิ้ว
- ใช้ สองนิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางของห่วงประมาณ 1 □ นิ้ว
- ใช้ สามนิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางของห่วงประมาณ 2 □ นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การจับลูกบิดประตูโดยจับเต็มมืองดงภาพ ลูกบิดควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว

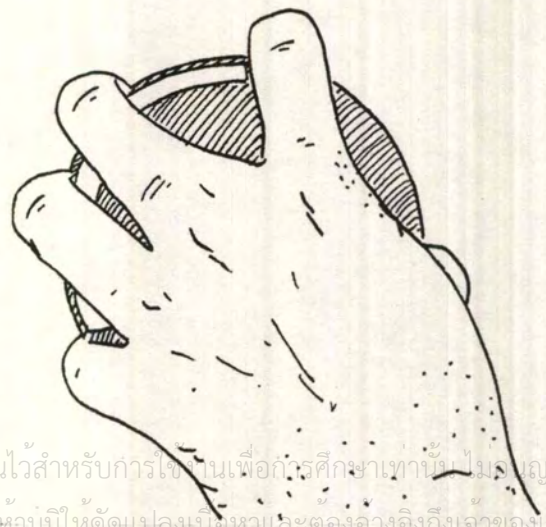
Full Hand on Door-type Knobs



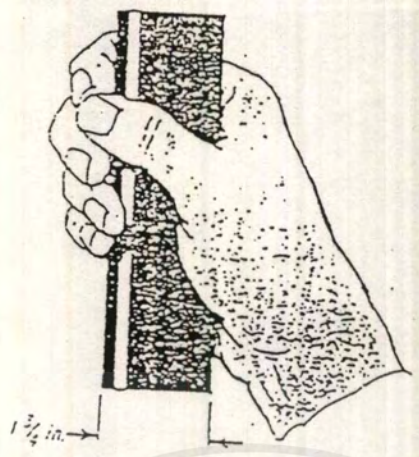
5. การจับลูกบิดเต็มมือโดยนิ้วแยกจากกันเล็กน้อย และนิ้วยังคงคลุมขอบลูกบิดอยู่ควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 นิ้ว



6. การจับลูกบิดเต็มมือโดยปลายนิ้วอยู่ที่ขอบลูกบิด ลูกบิดควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 นิ้ว



7. การจับหลักหรือเสาดังรูป หลักนั้นควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ $1 \frac{3}{4}$ นิ้ว



8. การใช้นิ้วตั้งที่จับทางตอนใน ส่วนโค้งควรมีรัศมี $\frac{1}{2}$ นิ้ว และระยะของส่วนโค้งเท่ากับ $\frac{5}{8}$ นิ้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.9.1 ข้อมูลประเภทเนื้อดินปั้น (BODY)

เนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา (CERAMICS BODIES) หมายถึงการนำวัตถุดิบต่างๆ เช่น ดิน, ควอทซ์, เฟลด์สปาร์ และอื่นๆ มาจัดผสมกันด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานเฉพาะอย่าง โดยการจัดผสมส่วนต่างๆของเนื้อดินปั้นนั้นจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆดังนี้

1. รูปร่างของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะต้องอาศัยวัตถุดิบที่มีความเหนียวปริมาณเพียงพอที่จะขึ้นรูปได้ และต้องคงรูปได้เมื่อแห้ง

2. หลังแห้ง, เมื่อนำไปเผาผลิตภัณฑ์ต้องไม่แตกหัก ดังนั้นต้องเลือกวัตถุดิบที่ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์หดตัวมาก ได้แก่ การเลือกใช้ ฟลีนท์, ควอทซ์, กรีก(ดินทนไฟเผาแล้วบด)

3. ปริมาณของฟลักซ์ในเนื้อดินปั้นต้องมีปริมาณไม่มากเกินไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์บิดงอได้ถ้าเผาที่อุณหภูมิสูงมาก ฟลักซ์เป็นสารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการกลายเป็นแก้ว ทำหน้าที่ประสานภายในเนื้อดินให้เป็นเนื้อเดียวกันหลังการเผา สารประเภทนี้ได้แก่ เฟลด์สปาร์, คอร์นิชสโตน . .

การศึกษาถึงคุณลักษณะทั้งทางด้านกายภาพและด้านเคมีของวัตถุดิบต่างๆที่นำมาใช้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อจะได้จัดผสมเนื้อดินปั้นออกมาให้ได้คุณสมบัติที่ต้องการของการใช้งานแต่ละประเภทไป

เนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาประเภทต่างๆได้แก่

1. เอิร์ธเทนแวร์ (EARTHENWARE BODY)
2. สโตนแวร์ (STONEWARE BODY)
3. พอร์ซเลน (PORCELAIN BODY)
4. โฮเทลไชนาแวร์ (HOTELCHINA BODY)
5. โบนไชนา (BONE CHINA BODY)
6. ฮาร์ดพอร์ซเลน (HARD PORCELAIN BODY)
7. เครื่องสุขภัณฑ์ (SANITARY WARE BODY)
8. เทอร์มอล ช็อค (THERMAL SHOCK BODY)
9. กระเบื้องพื้น, ผนัง (TILE BODY)
10. พอร์ซเลนฉนวนไฟฟ้า (ELECTRICAL PORCELAIN BODY)

เนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่เผาแล้วจะมีลักษณะธรรมชาติต่างกัน ขึ้นกับขั้นตอนการผลิตและอื่นๆ ดังนี้

1. ลักษณะและปริมาณวัตถุดิบที่ใช้
2. สัดส่วนของวัตถุดิบในส่วนผสมแต่ละเนื้อดินปั้น
3. คุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบ เกี่ยวกับความละเอียด, หยาบ, บริสุทธิ
4. วิธีการเตรียมวัตถุดิบ
5. วิธีการขึ้นรูป
6. อุณหภูมิและบรรยากาศในการเผา
7. การเคลือบผิว, ไม่เคลือบ, ชัดผิว

เนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาส่วนใหญ่ประกอบด้วยวัตถุดิบ 3 ชนิดผสมกัน คือ ดินควอร์ตซ์ และหินฟันม้า (เฟลด์สปาร์) นำมาผสมกันแบบ ไตรแกนเซียล (TRIAXIAL) วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดนี้สามารถนำมาจัดอัตราส่วนผสมกัน เพื่อเป็นเนื้อดินปั้นที่เหมาะสมกับการใช้งานแต่ละอย่างไป โดยทั้ง 3 อย่างนี้ เป็นโครงสร้างหลักให้แก่เนื้อดินปั้น อีกทั้งวัตถุดิบเหล่านี้เป็นสินแร่ธรรมชาติหาง่ายและราคาถูก ถ้าจัดผสมดี เราก็จะได้เนื้อดินปั้นที่ใช้งานได้ดี ต้นทุนไม่สูง และเผาได้โครงสร้างตามต้องการ

วิธีการกล่าวถึงส่วนผสมของเนื้อดินปั้น มี 3 วิธี คือ

1. การกล่าวถึงเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ เช่น

ดินขาว	35 %
ดินเหนียว	25 %
หินแก้ว	13 %
หินฟันม้า	27 %

2. การกล่าวถึงเป็นเปอร์เซ็นต์ของออกไซด์ต่างๆ เช่น

SiO ₂	66.7%
Al ₂ O ₃	1.6%
Fe ₂ O ₃	0.5%
CaO	0.6%
MgO	0.4%
K ₂ O, Na ₂ O	4.5%
Loss	5.7%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การกล่าวถึงเป็นสูตรทั่วไป (SEGER FORMULA)

RO, R₂O R₂O₃ RO₂

0.36 1 5.24

RO, R₂O (BASIC OXIDE) หมายถึงออกไซด์ของโลหะที่มีวาเลนซ์ 2 และ 1 ตามลำดับ ได้แก่ CaO, MgO, K₂O, Na₂O เป็นต้น

R₂O₃ (AMPHOTERIC OXIDE) หมายถึงออกไซด์ของโลหะที่มีวาเลนซ์ 3 เช่น Al₂O₃, Fe₂O₃ เป็นต้น

RO₂ (ACID OXIDE) หมายถึงออกไซด์ของโลหะที่มีวาเลนซ์ 4 เช่น SiO₂, SnO₂, TiO₂ เป็นต้น

ช่วงอุณหภูมิสุกตัวของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเนื้อดินปั้น	ไพโรเมตริกโคน	ช่วงอุณหภูมิ(°C)
SEMIVITREOUS WARE	8-9	1225-1250
STONEWARE	6-10	1190-1260
VITREOUS PLUMBING FIXTURES	8-12	1225-1310
ELECTRICAL PORCELAIN	8-12	1225-1310
HOTEL CHINA	0-113	1310-1350
HARD PORCELAIN	10-18	1310-1500

ประเภทของเนื้อดิน

1. เอิร์ธเทนแวร์ (EARTHENWARE)

1.1 ลักษณะ ให้ผิวสัมผัสที่นุ่ม, น้ำหนักเบาต่างจากเครื่องเคลือบดินเผาเนื้อแน่นอย่างอื่น, ถึงแม้ว่าเนื้อจะไม่แข็งแกร่งเท่าเนื้อผลิตภัณฑ์อย่างอื่น เช่น สโตนแวร์ และพอร์ซเลน ก็ไม่เปราะ, ทึบแสง, สีเคลือบสะดุดตา, ราคาค่อนข้างถูก

1.2 วัตถุดิบ มักจะทำจากดินแดงธรรมดา ผสมกับวัตถุดิบอื่นอีกเพียงเล็กน้อย เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ต้องการ ทุกแห่งในโลกจะมีดินที่พร้อมจะนำมาทำเป็นเอิร์ธเทนแวร์ได้ ซึ่งมนุษย์ก็ได้ใช้เป็นหลักในการนำมาทำเป็นภาชนะใช้สอยสำหรับชีวิตประจำวัน ดินเอิร์ธเทนแวร์มักมีเหล็กออกไซด์ผสม เนื่องจากเป็น SECONDARY CLAY จึงทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีสี

1.3 เนื้อผลิตภัณฑ์ เนื้อดินปั้นเป็นชนิด Triaxial และใช้ดินเหนียวค่อนข้างมาก

ส่วนผสมตัวอย่าง

วัตถุดิบ	ส่วนผสม %				
	ดินขาว	21.7	28	24	18
ดินเหนียว	10.2	25	28	38	17
หินแก้ว	48.5	36	35	32	32
หินฟันม้า	19.8	11	13	12	12
จุดสุกตัว โคนเบอร์	(8) 1263 ^o C	8	(9) 1280 ^o C	9	8

เนื้อผลิตภัณฑ์ประเภทนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1.3.1 ผลิตภัณฑ์เนื้อสีขาว ใช้ดินเหนียวน้อย ตัวอย่าง หินฟันม้า 13%, หินแก้ว 35%, ดินเหนียว 20%, ดินขาว 32%

1.3.2 ผลิตภัณฑ์เนื้อสีงาช้าง มีดินเหนียวมาก ตัวอย่าง หินฟันม้า 12%, หินแก้ว 35%, ดินเหนียว 33%, ดินขาว 20%

1.3.3 ผลิตภัณฑ์ใช้หินแก้วมาก (ไม่ค่อยนิยมทำ) ตัวอย่าง หินฟันม้า 19%, หินแก้ว 48%, ดินเหนียว 11%, ดินขาว 22%

1.4 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ จิกเกอร์ริง, โรลเลอร์เฮด, หล่อ

1.5 อุณหภูมิและการเผา ปกติจะเผาที่อุณหภูมิต่ำกว่าโคน 6 (Orton Cone) คือประมาณ 1201^oC

1.6 ความพรุนตัว มีความพรุนตัว ดูดซึมน้ำได้ 7-15%

1.7 สี ไล่สีอ่อนแก่ต่าง ๆ กันตั้งแต่สีเทาแดงส้ม ส้มเหลืองอ่อน เหลือง และน้ำตาล จากสีพื้นของเนื้อดินบวกกับความสดใสของเคลือบอุณหภูมิต่ำ ทำให้ผลิตภัณฑ์แสดงออกด้านสีสรรได้ดี

1.8 เคลือบ มักใช้เคลือบพริตที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ เผาเคลือบที่โคน 1-5 อุณหภูมิ 1154-1196^oC

1.9 การตกแต่ง มักเป็นการตกแต่งบนผิวเคลือบ แต่ก็มี การตกแต่งสีหรือการตกแต่งผิวเคลือบเช่นกัน

2. สโตนแวร์ (STONEWARE)

2.1 ลักษณะ เนื้อทึบแสง มีสีสรรต่างๆ เป็นเนื้อดินที่อยู่ระหว่างเอิร์ธเทนแวร์และพอร์ซเลน เอิร์ธเทนแวร์อุณหภูมิสูงคือสโตนแวร์ พอร์ซเลนอุณหภูมิต่ำคือสโตนแวร์ มีเนื้อแน่น แข็ง ดูดซึมน้ำน้อย เมื่อทุบให้แตก รอยแตกมีลักษณะเป็นก้นหอย

อัตราการให้ความร้อน, อัตราการเย็นตัว เวลาที่ใช้ในการเผาและบรรยากาศในเตาเผา ตัวอย่าง เช่น เมื่อเผาถึงจุดสุกตัว แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมินั้นนานพอสมควร (เย็นไฟ) แล้วปล่อยให้เย็นตัวลงช้าๆ จะทำให้เกิดผลึกภายในเนื้อผลิตภัณฑ์มากขึ้น ผลคือทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์มี ส.ป.ส.การขยายตัว น้อยมาก ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกระทันหันได้ดี

ถ้าเผาที่อุณหภูมิสูงเกินไป และทิ้งไว้ที่อุณหภูมินั้นยาวนานเกินไปจะทำให้เกิดการหลอมตัวในเนื้อ มากขึ้น ความเป็นผลึกน้อยลง ความแข็งแกร่งของเนื้อผลิตภัณฑ์จะต่ำลงด้วย

2.4 ความพรุนตัว ความพรุนตัวหลังเผาต่ำ ดูดซึมน้ำน้อย (น้อยกว่า 3%) ดินตามธรรมชาติมัก มีสารไม่บริสุทธิ์ปนอยู่ซึ่งจะทำให้เกิดสีขุ่นบ้างในเนื้อผลิตภัณฑ์ แต่ไม่ถึงกับให้สีจัด สีค่อนข้างขาว เมื่อใช้เคลือบสีสดใสจึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สวยงาม

2.5 สี ดินตามธรรมชาติมักมีสารมลทินอยู่ซึ่งจะทำให้เกิดสีขุ่นบ้างในเนื้อผลิตภัณฑ์ แต่ไม่ถึง กับให้สีจัด สีค่อนข้างขาว เมื่อใช้เคลือบสีสดใสจึงยังทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สวยงาม

2.6 เคลือบ ใช้เคลือบไฟสูงได้ทั่วไป ทั้งผิวมันและผิวด้าน

2.7 การตกแต่ง ตกแต่งด้วยสีได้เคลือบและสีบนเคลือบได้เช่นกัน แต่มักใช้เคลือบสีเป็นพื้น อย่างเดียว หรือใช้การตกแต่งด้วยสีบนเคลือบ

3. พอร์ซเลน (PORCELAIN)

3.1 ลักษณะ ผลิตภัณฑ์มีเนื้อขาวละเอียด โปร่งแสง(Translucent)มากหรือน้อย มีส่วนผสม แตกต่างกันออกไปได้มากมาย คำว่า PORCELAIN เข้าใจว่ามาจากภาษาโปรตุเกส "PORCELLANA" เริ่มผลิตในจีนราวศตวรรษที่ 9 โดยใช้ดินขาวเคโอลินหรือเกาลิน (KAOLIN) ผสมกับสารฟลักซ์ แล้วนำไปเผาอุณหภูมิสูงจนได้เครื่องปั้นดินเผาเนื้อแข็งแกร่ง แบ่งเป็นประเภท ใหญ่ๆ 2 ประเภท คือ

3.1.1 SOFT PORCELAIN กล่าวรวมหมายถึงเนื้อดินปั้นที่เผาสุกตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าโคน 12 และ จะสุกตัวเมื่อเผาดิบแล้ว มีสีขาวและโปร่งแสง เผาเคลือบที่อุณหภูมิต่ำกว่าคือประมาณ 900-1100°C

ส่วนผสม : ดิน 25-40 ส่วน

ควอทซ์ 30-37 ส่วน

เฟลด์สปาร์ 30-37 ส่วน

แบ่งประเภทตามวัตถุดิบที่ใช้งานได้ดังนี้

3.1.1.1 SEGER PORCELAIN, AMERICAN HOUSEHOLD CHINA, BRITISH ELECTRICAL PORCELAIN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อดินปั้นพวกนี้ทำจาก CHINA CLAY, BALL CLAY, FLINT หรือ QUARTZ, FELDSPAR หรือ CORNISHSTONE หรือ NEPHELINE SYENITE จัดเป็นพวก HARD PORCELAIN อุดมหมุดำก็ได้

3.1.1.2 FRIT PORCELAIN, BELLEEK CHINA AMERICAN FINE CHINA

เป็นเนื้อดินปั้นที่เผาอุณหภูมิต่ำแต่มีเปอร์เซ็นต์ความโปร่งแสงสูง ขึ้นอยู่กับปริมาณของฟริตในเนื้อดิน ส่วนผสม : ฟริต, ดิน, ควอทซ์ แคลเซียมคาร์บอเนต

3.1.1.3. SELF GLAZING PORCELAIN ได้แก่

-DENTAL PORCELAIN - ส่วนผสมจะมีเปอร์เซ็นต์เฟลด์สปาร์สูง มี ฟลิทและดินเล็กน้อย เผาแล้วจะเป็นมันวาว

-PARIANWARE -เมื่อเผาสุกแล้วที่ผิวจะมีความมันคล้ายๆ กับเคลือบ มีเปอร์เซ็นต์เฟลด์สปาร์สูง หรือบางที่มีฟริตผสมด้วย

3.1.2 HARD PORCELAIN เนื้อผลิตภัณฑ์นี้มีจุดสุกตัวสูง เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดTriaxialชาวจีนเป็นผู้พัฒนาขึ้นมา มีการผลิตในเยอรมันช่วงกลางศตวรรษที่ 18 และต่อมาแพร่ไปในยุโรป เผาที่โคน 12-15 เมื่อเผาสูงกว่าโคน 12 ควอทซ์หลอมเข้ากับเฟลด์สปาร์ในอัตราที่เหมาะสม เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ไม่นิยมใช้ทำถ้วยชามและจาน แต่จะใช้ทำภาชนะสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี ผลิตภัณฑ์นี้แข็งแรง แกร่ง และทนทานมาก แต่ต้องระมัดระวังมากในวิธีเรียงผลิตภัณฑ์เข้าเผา เพื่อให้ได้ขนาดและรูปทรงที่ถูกต้อง

โดยทั่วไปแล้ว Hard porcelain จัดเป็นเครื่องปั้นดินเผาที่มีเนื้อละเอียดสูงสุด ทั้งสวยงามและทนทานสูง มีความแข็งแรงทนการขีดที่ผิวได้ดี ไม่มีการดูดซึมน้ำ

การเผา เผาที่อุณหภูมิ 1000°C

การเคลือบ เคลือบด้วยเครื่องฟันทัดโนมิติ ผลิตภัณฑ์ที่เผาแล้วจะดูดซึมน้ำประมาณ 25% เคลือบจึงเกาะผิวของผลิตภัณฑ์ได้ดี การเผาเคลือบเผาถึงโคน 13-15 โดยแบ่งช่วงการเผาออกซิเดชันและรีดักชัน เหตุที่ต้องเผาในสภาวะรีดักชันเพื่อให้เกิดสารประกอบเฟอร์รัสซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มกว่าสีครีม ซึ่งเกิดจากการเผาออกซิไดซิ่ง

ส่วนผสม : ดิน 45-55 ส่วน

ควอทซ์ 30-37 ส่วน

เฟลด์สปาร์ 20-28 ส่วน

4.ไฮเทลชานาแวร์ (HOTEL CHINAWARE)

4.1 ลักษณะ เนื้อสีขาว เนื้อแข็งแกร่ง ทนทานต่อการใช้งานในโรงแรม

4.2 วัตถุประสงค์ ใช้เนื้อดินปั้นชนิดไตรแอกเซียลโดยเพิ่มสารประกอบซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาเข้าไปในเนื้อดินปั้น เช่น ไดโลไมท์(CaCO₃.MgCO₃) ซึ่งเป็นสินแร่ธรรมชาติมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคลเซียมและแมกนีเซียมปริมาณเท่ากัน เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาการกลายเป็นแก้วสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ใช้ดินเหนียวหรือดินดำน้อยเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีขาวดี สามารถเติมสีเครื่องเคลือบดินเผาลงผสมกับเนื้อดินเพื่อให้เกิดเนื้อดินสี

4.3 การขึ้นรูป ใช้วิธีจิกเกอร์ หรือ โรลเลอร์เฮด

4.4 อุณหภูมิและการเผา มีจุดสุกตัวระหว่าง โคน 10 - 12 โดยการเผาดิบจะใช้อุณหภูมิสูงกว่า การเผาเคลือบ โดยจะใช้เคลือบที่มีจุดสุกตัวต่ำกว่าอุณหภูมิการเผาดิบ

4.5 ความพรุนตัว ดูดซึมน้ำต่ำกว่า 0.2%

4.6 การตกแต่ง มักทำได้ผิวเคลือบเป็นส่วนใหญ่ เพื่อความคงทนถาวร

5. โบนไชน่า (BONE CHINA)

5.1 ลักษณะ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เริ่มทำในประเทศอังกฤษตอนปลายศตวรรษที่ 18 ปัจจุบันยังมีการผลิตในปริมาณค่อนข้างสูง ประเทศอื่นๆ ผลิตน้อยมาก เพราะหาวิธีการผลิตค่อนข้างยาก เนื่องจากเนื้อดินบ้านมีความเหนียวต่ำ ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปใหม่ๆ จะไม่แข็งแรง และผลิตภัณฑ์มักจะเสียรูปร่างระหว่างเผา และการควบคุมสีมีความลำบาก เนื้อดินแข็งแรงแรงมาก มีสีขาว เวลาเคาะมีเสียงดังกังวาน และโปร่งแสงดีมาก

5.2 วัตถุดิบ ส่วนผสม ประกอบด้วย แก้วกระดูก 50% ดินขาว 25% และหินฟันม้า 25% แก้วกระดูกได้จากการนำกระดูกวัวมาทำความสะอาดด้วยไอน้ำ แล้วเผาที่อุณหภูมิ 1000°C จะเหลือพวกอินทรีย์สาร ประมาณ 1% บดแก้วกระดูกผสมกับน้ำในหม้อบด แล้วตากให้แห้ง ดินขาวควรมีความละเอียดที่เหมาะสม ไม่ควรมีเหล็กและติตาเนียมออกไซด์ หินฟันม้าควรเลือกใช้หินฟันม้าที่มีความบริสุทธิ์สูง ควรบดเปียกด้วยหม้อบดที่มีหินแก้วเป็นตัวกรูหม้อบดและเป็นลูกบดด้วย

เนื้อผลิตภัณฑ์ : เลือกได้จากตารางนี้

วัตถุดิบ	ส่วนผสมเนื้อดินปั้น %				
แก้วกระดูก	45	45	48	42	44
ดินขาว	26	24	31	29	24
หินแก้ว	3	3	3	5	0
หินฟันม้า	26	27	18	24	32

5.3 การขึ้นรูป เนื่องจากในเนื้อผลิตภัณฑ์ไม่มีดินเหนียวผสมเลย จึงไม่สะดวกต่อการขึ้นรูปเหมาะสำหรับทำรูปตุ๊กตา หรือของประดับ หรือต้องใช้วิธีจิกเกอร์

5.4 อุณหภูมิและการเผา สุกตัวที่ประมาณ 1250°C เผา 17 - 20 ชั่วโมง จุดสุกตัวของเคลือบ ประมาณ 1150°C

5.5 ความพรุนตัว น้อยกว่า 2%

5.6 สี มีความขาวมาก โปร่งแสง เนื้อมัน โปร่งแสงมากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณเนื้อแก้วที่เกิดจากการรวมตัวของแก้วกระดูกกับซิลิกา เหตุที่เนื้อมันวาวในตัวเพราะส่วนผสมของฟอสฟอรัสจากแก้วกระดูก

5.7 เคลือบ ใช้เคลือบลีด-บอโรซิลิเกต (LEAD-BOROSILICATE) ซึ่ง 50% ของเคลือบจะเป็นฟอสเฟต

5.8 การตกแต่ง การตกแต่งผลิตภัณฑ์บนชั้นเคลือบเป็นการใช้สีบนเคลือบ โดยให้ รูปลอก ซิลด์ สกรีน หรือ ระบายสี

6 เนื้อดินทนการเปลี่ยนอุณหภูมิ (THERMAL SHOCK BODY)

6.1 ลักษณะ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการปรุงอาหารที่เรียกว่า OVENWARE FLAMEWARE COOKINGWARE TABLEWARE อุปกรณ์หรือชิ้นวางในเตา กระเบื้องที่มี ส.ป.ส.การขยายตัวต่ำมาก ทนความร้อนสูง สภาพนำความร้อนต่ำ เช่น กระเบื้องปิดกระสวยอวกาศ ดั้งเก็บกากนิวเคลียร์

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเตาอบ(OVENWARE) ต้องทนการเปลี่ยนแปลงความร้อนระหว่างอุณหภูมิ 150°C ในเตาอบ กับอุณหภูมิเมื่อแช่อยู่ในน้ำเย็น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเปลวไฟหรือตั้งบนเตาไฟต้องทนทานต่อความร้อนจากเปลวไฟโดยตรง ผิวเรียบแข็ง ไม่ร้าวแตก ทนการขีดขีดจากการทำความสะอาด สะอาด แข็งแรง ส.ป.ส.การขยายตัวต่ำกว่า $3 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}$

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเปลวไฟ(FLEAMEWARE) ต้องทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงกว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในเตาอบ ส.ป.ส.การขยายตัวต่ำกว่า $2 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}$

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปรุงอาหาร หรือใช้รับประทานอาหาร(COOKINGWARE ,TABLEWARE) ใช้เนื้อผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า GLASS CERAMICS ผลิตโดยการควบคุมผลึกของแก้ว, 95-98% ของปริมาตร เป็นผลึกเล็กๆ ขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน เนื้อแน่นไม่มีรูเลย การผลิตคล้ายการผลิตกระจก แต่ให้หลอมตัวต่อจนตกผลึกใหม่ โปร่งแสงและไม่แตกง่ายเหมือนเครื่องเคลือบดินเผาที่เป็นดินเผา ราคาถูกกว่า ขึ้นรูปง่ายกว่า ทำความสะอาดง่าย มีแบบใช้กับเตาไมโครเวฟได้ด้วย

6.2 วัตถุดิบ ใช้ซิลิกาเป็นส่วนสำคัญ ทอลด์ คอร์เดียไรท์($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) หรือกลุ่มของลิเธียม(LITHIA) ได้แก่ EUCRYPTITE, SPODUMENE, PETALITE กลุ่มลิเธียมซามิกส์มี ส.ป.ส.การขยายตัวต่ำสุด ราคาแพงที่สุด

6.3 การขึ้นรูป ขึ้นรูปโดยอาศัยความเหนียว เช่น วิธีจิกเกอร์ หรือการอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 อุณหภูมิและการเผา เผาที่ประมาณ 1350°C

6.5 ความพรุนตัว น้อยมากที่สุด โดยเฉพาะ GLASS CERAMICS จะไม่มีรูพรุนเลย

6.6 สี แล้วแต่ส่วนผสม ถ้ามีดินเหนียวปนสีจะไม่ขาว

6.7 เคลือบ ใช้เคลือบที่มี ส.ป.ส.การขยายตัวต่ำ เพื่อให้เข้ากันได้กับเนื้อผลิตภัณฑ์

ดินผสมสำเร็จรูป คือดินที่เกิดจากการผสมวัตถุดิบต่างๆที่ผ่านการเลือกสรร และควบคุมคุณภาพ สามารถใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาต่างๆได้ทันที ช่วยลดขั้นตอนของโรงงานในการเตรียมดิน และช่วยลดการสูญเสียของผลิตภัณฑ์อันเนื่องจากการใช้วัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพลงได้มาก

ดินผสมสำเร็จรูปของบริษัท คอมพาวด์เคลย์ ปัจจุบันมี 6 ชนิด คือ

1.ดินผสมสีดำ เป็นดินที่เมื่อแห้งแล้วมีโครงสร้างของดินแข็งแรง เหมาะสำหรับงานปั้น หรืองานหล่อที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีความเหนียวสูง ทำให้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ได้ดี ไม่แตกเสียหายได้ง่ายเมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1280°C - 1300°C จะให้ความขาวดีในบรรยากาศรีดักชัน

2.ดินผสมสีขาว "WB" เป็นดินที่สามารถใช้ได้กับงาน 2 ลักษณะ คือ

2.1 เป็นดินที่เหมาะสมกับการหล่อ มีอัตราการหล่อแบบที่ดี ให้ความหนาของชิ้นงานในเวลาที่ย่น ทำให้สามารถแกะแบบได้เร็ว เหมาะสำหรับงานหล่อผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใหญ่นัก

2.2 เป็นดินที่เหมาะสมกับงานที่มีการเผาแบบเร็ว (FAST FIRING) ที่อุณหภูมิ 1180°C - 1200°C บรรยากาศเป็นแบบออกซิเดชัน ซึ่งมักจะเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทถ้วยกาแฟสโตนแวร์ (STONEWARE COFFEE MUG)

3.ดินผสมสำหรับงานหล่อชิ้นใหญ่ "SC" เป็นดินที่เหมาะสมสำหรับการหล่อ มีอัตราการหล่อแบบที่ดี เหมาะสำหรับงานหล่อชิ้นใหญ่ มีความแข็งแรงก่อนเผาค่อนข้างดี ทำให้ตกแต่งและเคลื่อนย้ายได้สะดวก มีความทนไฟค่อนข้างสูง สามารถคงรูปอยู่ได้โดยไม่ทรุดตัว อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเผา คือ 1200°C ผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้ดินชนิดนี้ ได้แก่ สุขภัณฑ์ และ ลูกกรงแก้ว

4.ดินผสม "F3" เป็นดินที่เหมาะสมสำหรับงานหล่อที่ต้องการความละเอียด จะได้ชิ้นงานที่เป็นผิวเรียบเนียนสวย มีความแข็งแรงก่อนเผาค่อนข้างดี ตกแต่งได้ง่าย สามารถเผาได้ถึง 2 อุณหภูมิ คือ 1200°C ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน และ 1280°C ในบรรยากาศแบบรีดักชัน

5.ดินผสมไฟต์้าชนิดเนื้อสีงา (IVORY EARTHENWARE BODY "L-17") เป็นดินสำเร็จรูปอีกชนิดหนึ่งของคอมพาวด์เคลย์ จัดเป็นดินประเภทเผาที่อุณหภูมิต่ำ ประมาณ 1050°C - 1100°C มีคุณสมบัติที่ดีในการหล่อแบบ มีความแข็งแรงก่อนเผาแม้จะหล่อให้บาง และรักษารูปทรงได้ดี

หลังเผาเพราะมีการหดตัวน้อยมากเมื่อเทียบกับดินผสมชนิดไฟสูงพอร์ซเลน จึงไม่นิยมทำเป็นภาชนะใส่อาหาร แต่เหมาะสำหรับงานทำของที่ระลึก ของชำร่วย และยังสามารถตกแต่งด้วยสีสันทาสีสวยงาม

การเผาดิบ (BISCUIT FIRING) จะทำที่อุณหภูมิประมาณ 1100°C โดยภาวะที่เป็นออกซิเดชั่น และเผาเคลือบที่อุณหภูมิประมาณ 950°C - 1000°C แล้วแต่ชนิดของเคลือบ

6.ดินผสมพอร์ซเลนเนื้อขาว (SUPER PORCELAIN CLAY GRADE "SPC") เป็นดินผสมชนิดพอร์ซเลนที่มีความขาว โปร่งแสง และทรงตัวได้ดีแม้จะทำผลิตภัณฑ์ที่บาง และมีส่วนสูงพอสมควร สามารถทำผลิตภัณฑ์ได้ทั้งแบบเคลือบ และแบบไม่เคลือบ อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเผา คือ 1240°C - 1260°C

ผลิตภัณฑ์ใหม่ของบริษัทคอมปาวด์เคลย์

1.ดินปั้นพิเศษ (HAND THROWING CLAY "HTC") เป็นดินที่เหมาะสมกับงานที่ต้องการความเหนียวมากเป็นพิเศษ เช่น งานที่ขึ้นรูปด้วยมือ หรือ งานปั้นที่มีขนาดใหญ่ และต้องการการแห้งตัวที่ค่อนข้างช้า มีความทนไฟดี จึงทำให้การทรงตัวดีหลังจากการเผาที่อุณหภูมิสูง

2.ดินเซมิพอร์ซเลน (SEMI - PORCELAIN "SMP") เป็นดินที่มีลักษณะพิเศษ คือ เผาที่อุณหภูมิต่ำในภาวะออกซิเดชั่น แต่ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาว และมีการดูดซึมน้ำต่ำ มีความแข็งแรงทั้งก่อนและหลังเผาดี และเข้าได้ดีกับเคลือบทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นเคลือบมัน เคลือบด้าน หรือเคลือบลักษณะพิเศษอื่นๆ

3.ดินพอร์ซเลน รหัส "T.C 1.8" เป็นดินผสมที่ปรับปรุงเพื่อให้ดินพอร์ซเลน "SPC" มีการใช้งานที่กว้างขวางขึ้น โดยพัฒนาคุณสมบัติบางอย่างให้ดียิ่งขึ้นไปอีก เช่น สามารถใช้งานได้ทั้งงานปั้นและงานหล่อพร้อมๆกันไป โดยไม่ต้องแยกชนิดดิน เหมาะกับการทำผลิตภัณฑ์ทั้งแบบเคลือบ และไม่เคลือบ อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเผา คือ 1250°C - 1300°C

* ข้อมูลจาก เอกสาร ของ บริษัท คอมปาวด์เคลย์ จำกัด

วิเคราะห์และสรุปเนื้อดินที่นำมาใช้

จากข้อมูลประเภทของเนื้อดินต่าง ๆ ทำให้ทราบถึงคุณลักษณะของดินเพื่อที่จะนำข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นมา เพื่อวิเคราะห์เลือกเนื้อดินที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด

โดยพิจารณาจากเนื้อดินที่นิยมใช้กัน 4 ประเภท

- 1 เอิร์ทเทินแวร์
- 2 สโตนแวร์
- 3 พอร์ซเลน
- 4 โบนไซน่า

เงื่อนไขที่นำมาพิจารณา	เอิร์ทเทินแวร์	สโตนแวร์	พอร์ซเลน	โบนไซน่า
น้ำหนักเบา	2	2	3	3
ความแข็งแรงทนทาน	1	2	3	3
ทำความสะอาดง่าย	2	3	3	3
ราคาไม่แพง	3	3	2	1
ผลิตง่าย	3	2	2	1
ความสวยงามหลังเคลือบ	3	3	3	3
การตกแต่งได้หลายวิธี	3	3	2	1
เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ของที่ระลึก	3	3	2	1
รวม	20	21	18	16

สรุป การวิเคราะห์ชนิดของดินที่เหมาะสมในการนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก
คือ ดิน STONE WARE

2.9.2 ข้อมูลด้านการตกแต่ง

กรรมวิธีการตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา

การตกแต่งเครื่องเคลือบดินเผา ในระบบอุตสาหกรรมเป็นขั้นตอนหนึ่งในการผลิต และจะเป็นตัวช่วยเสริมสร้างความสวยงามให้กับผลิตภัณฑ์ การเคลือบก็นับว่าเป็นการตกแต่งอย่างหนึ่ง การเขียนสี การแกะลวดลายต่างๆ ลงบนภาชนะก็ใช้ทั้งสิ้น สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความเรียบง่าย อาจไม่ต้องตกแต่งเพิ่มเติมแต่โดยเฉลี่ยแล้ว พบว่า การตกแต่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ได้มาก การตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในระบบอุตสาหกรรม สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การตกแต่งก่อนการเผาอบ สามารถทำได้ 2 ลักษณะคือ

1.1 ตกแต่งลวดลายสำเร็จในขณะขึ้นรูป

การตกแต่งแบบนี้จะเป็นลวดลาย การแกะนูน ชูดหรือสลัก ซึ่งในระบบอุตสาหกรรมนั้น จะทำการแกะลวดลายที่ต้องการลงบนต้นแบบ เมื่อนำไปทำแม่แบบ และขึ้นรูปตามวิธีการ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลวดลายตามแบบที่ทำไว้ วิธีนี้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ทีละจำนวนมากๆ ให้มีขนาดและลวดลายเหมือนกันทุกใบ

1.2 ตกแต่งลวดลายหลังจากการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แล้ว

การตกแต่งในระยะนี้จะทำได้แต่เฉพาะผิวภายนอกของผลิตภัณฑ์เท่านั้น เพราะเนื้อดินที่ผ่านการเผามาแล้วครั้งหนึ่งจะแข็ง ทำให้ไม่สามารถชูดขีด หรือแกะสลักได้จึงต้องตกแต่งด้วยเคลือบ หรือสีสำเร็จตามขั้นตอน

2.1 การตกแต่งผลิตภัณฑ์ก่อนเคลือบ

เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การตกแต่งใต้เคลือบ (UNDERGLAZE DEC.)

- การเขียนลวดลายด้วยสีใต้เคลือบ (UNDERGLAZE COLOUR) วิธีนี้ไม่นิยมในระบบอุตสาหกรรม เพราะเสียเวลาและไม่มีมาตรฐาน

- พิมพ์ โดยการใช้ตรายาง แกะลายตามต้องการ นำมาทาสีลงบนตัวลายแล้วประทับลงบนภาชนะ นิยมใช้กับตราผู้ผลิต, ตราสัญลักษณ์

- SILK SCREEN ทำลงภาชนะโดยตรงทำได้ยาก และใช้ได้กับรูปทรง และลายที่จำกัดเท่านั้นอาจ SILK SCREEN ลงบนรูปลอกติดบนภาชนะแล้วเคลือบสีทับ สีและลวดลายจะจางไม่สดใส

2.2 การตกแต่งด้วยเคลือบ (GLAZING)

การตกแต่งลักษณะนี้จะใช้เคลือบสี หรือลักษณะพิเศษอื่นๆ ของเคลือบ เช่น เคลือบด้าน เคลือบใสมันวาว เคลือบผลึก เป็นต้น

2.3 การตกแต่งด้วยเอนโกบ (ENGOBE)

เอนโกบ คือ น้ำสลิปดินสีขาว หรือสีอื่นๆ ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้การผสมผงสี หรือ ออกไซด์ลงในน้ำสลิปสีขาว การตกแต่งนี้สามารถทำได้หลายอย่าง เช่น ชุบ หรือระบาย ความแตกต่างระหว่าง เอนโกบ และเคลือบคือ เคลือบจะมีเนื้อแก้วมากกว่า เอนโกบ

2.4 การตกแต่งหลังเคลือบ

เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การตกแต่งบนเคลือบ (OVERGLAZE DEC.) เป็นการตกแต่งอีกประเภทหนึ่ง โดยที่ผลิตภัณฑ์นั้นผ่านการเคลือบมาก่อน แล้วนำมาตกแต่งลวดลายโดยมีวิธีตกแต่งดังนี้

- เขียนสี โดยใช้กู่กัน จะทำได้ยากมาก ต้องระวังไม่ให้เอนเนื่องจากผิวเคลือบแล้วไม่ดูดซึมน้ำ นิยมเขียนภาพทิวทัศน์ ส่วนของไทยได้แก่ เบญจรงค์

- การใช้กระดาษรูปลอก (TRANSFER PAPER) กระดาษรูปลอก (TRANSFER PAPER) หรือ DECALCOMANIA นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมปัจจุบันสามารถตกแต่งลวดลายที่มีหลายสี และลายที่ละเอียด โดยมีวิธีการพิมพ์แบบซิลค์สกรีน และกรรมวิธีพิมพ์ที่ทันสมัยสามารถพิมพ์ลวดลายได้เหมือนรูปวาด

- การตกแต่งสีทอง (GOLD)

สีทองที่ใช้ตกแต่งภาชนะแบ่งออกได้ 3 ชนิด

1. BEST GOLD เป็นทองที่มีส่วนผสมของโลหะอย่างอื่นอยู่น้อยมาก จะให้สีทองที่สุกมันวาว และค่อนข้างหนา

2. LIQUID OR VRIGHT GOLD ราคาถูกและไม่ทนทานสีทองไม่สดใสมากนัก การตกแต่งค่อนข้างมาก

3. ACUID GOLD สี ทองชนิดนี้สวยงาม ราคาแพงมากและใช้มากในระบบอุตสาหกรรม

ในการตกแต่งหลังเคลือบนี้ จะต้องเผาอีกครั้งหนึ่ง ที่อุณหภูมิประมาณ 700-800 °c สีที่ใช้เรียกว่า สีบนเคลือบ (OVERGLAZE COLOUR) สีที่ได้นี้ได้จากออกไซด์ของโลหะ เช่น

โลหะออกไซด์	สีที่เกิด
COBOLT OXIDE	น้ำเงิน
COPPER OXIDE	เขียว
IRON OXIDE	เหลือง แดง ดำ(แล้วแต่ปริมาณ)

MANGANESE OXIDE	น้ำตาล
CHROMIC OXIDE	เหลือง หรือ เขียว

และยังมีการตกแต่งภาชนะโดยการเขียนเส้นขอบหรือแถบเล็กๆ บนภาชนะกลม โดยใช้เครื่องเขียน เรียกว่าวิธี LINING (สีที่ใช้เขียนนิยมใช้สีทอง)

การวิเคราะห์การตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา

กรรมวิธีการตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา สามารถทำได้หลายวิธี และมีการตกแต่งในแต่ละขั้นตอนของการผลิตที่แตกต่างกันไปในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. การตกแต่งบนต้นแบบ คือการตกแต่งลงในต้นแบบ ด้วยการแกะลวดลายตามแบบที่กำหนดไว้ วิธีนี้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ในปริมาณมาก
2. การตกแต่งใต้เคลือบ (UNDERGLAZE DEC.) คือการตกแต่งภาชนะก่อนการเคลือบ เช่น ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังหมาดอยู่ ก็อาจใช้วิธีการใช้แบบที่มีไม้ไผ่มาตีชิ้นงาน (SPINGGING) การเจาะทะลุ (PIERING) หรือการตกแต่งหลังการเผาดิบแล้ว ด้วยการเขียนสีใต้เคลือบ, การใช้รูปลอก เป็นต้น
3. การตกแต่งหลังการเคลือบ (OVERGLAZE DEC.) คือการตกแต่งภาชนะหลังจากการเผาเคลือบแล้ว เช่น การเขียนสีบนเคลือบ ซึ่งทำได้ยาก, การใช้รูปลอก (TRANSFER PAPER) การเขียนสีทอง เป็นต้น

ข้อมูลด้านเคลือบและสีสำหรับเครื่องปั้นดินเผา

น้ำเคลือบคืออะไร

น้ำเคลือบ คือ สารประกอบของอลูมินา (Alumina) ซิลิกา (silica) และ สารที่ช่วยให้ละลายใน กระบวนการความร้อน มีลักษณะใสคล้ายแก้ว

หรือจะกล่าวตามอีกนัยหนึ่งคือ สารประกอบซิลิเกต (Silicate) ที่ถูกความร้อนหลอมละลาย เป็นเนื้อเดียวกัน ฉาบบนผิวของผลิตภัณฑ์ มีลักษณะโปร่งใส แข็งแกร่ง (hard) สามารถทนต่อกรด และด่าง (Strong acid or baser) ได้เป็นอย่างดี

น้ำเคลือบที่เราพบกันโดยทั่วไป มีทั้งความแวววาว และสะท้อนแสง สามารถมองเห็นเนื้อดิน ที่เคลือบได้ เราเรียกเคลือบชนิดนี้ว่า เคลือบใส (Transparent glaze or clear glaze) เคลือบชนิด ที่ผิวไม่เป็นมัน เรียกว่า เคลือบด้าน (Mat glaze) ส่วนเคลือบชนิดที่สามารถบังเนื้อดินได้มองไม่ เห็นเลย เราเรียกเคลือบชนิดนี้ว่า เคลือบทึบ (Opaque glaze)

โดยปกติแล้วน้ำเคลือบสามารถนำมาชุบผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผาติดก็ได้ เรียกการเผาเคลือบ ชนิดนี้ว่า การเผาครั้งเดียว (one firing) ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ดี ส่วนการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาติดแล้ว (Biscuitware) ก็ทำได้เช่นเดียวกัน เรียกการเผาชนิดนี้ว่า เผาสองครั้ง (two firing)

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเคลือบ ทำให้เกิดความสวยงาม คงทน เหมาะที่จะนำไปเป็นภาชนะ เครื่องใช้สอย เครื่องประดับ เครื่องตกแต่ง น้ำเคลือบชนิดที่มีสีในเคลือบ (In glaze) เกิดจากการ ผสมออกไซด์ต่างๆ มีคุณสมบัติแข็งแกร่ง ทนต่อความร้อน ทนต่อการกัดกร่อนของสภาพดินฟ้า อากาศได้เป็นอย่างดี วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบ ส่วนใหญ่ได้แก่ ดิน หิน และแร่ธาตุต่างๆ ที่เกิด ในธรรมชาตินั่นเอง มีผู้เข้าใจผิดคิดว่า น้ำเคลือบเป็นของที่ทำยากวัสดุราคาแพง ความจริงแล้วก็คือ วัตถุดิบที่หาได้จากดินและหินตามท้องถิ่นต่างๆ โดยนำมาผสมเข้าด้วยกัน เมื่อนำไปเผาให้ ความร้อนก็จะได้เคลือบตามต้องการ

ปัจจุบันวัตถุดิบดังกล่าวที่นำมาใช้ในการทำน้ำเคลือบ ได้มีผู้ผลิตออกจำหน่าย ชนิดที่สำเร็จ รูป หรือชนิดที่เป็นเคลือบโดยตรงก็มี นับว่าเป็นการสะดวกอย่างยิ่ง

สิ่งที่ควรคำนึงในการเตรียมเคลือบโดยหลักการทั่วไป สำหรับผู้เตรียมเคลือบด้วยตัวเอง ควร คำนึงในสิ่งต่อไปนี้

- วัตถุดิบที่ละลายน้ำง่าย (Soluble) ทำให้ยากแก่การผสมเคลือบ ไม่ควรนำมาใช้
- สารประเภทที่เป็นด่าง ส่วนมากมักจะกัดมือ (Caustic) ควรสวมถุงมือเวลาชุบเคลือบ
- วัตถุดิบบางอย่างเป็นฝุ่นมาก โดยเฉพาะหินแก้ว (Flint) ถ้าหายใจเข้าไปมากๆ เป็นอันตราย

ต่อปอดได้ เรียกโรคชนิดนี้ว่า ซิลิโคสิส (Silicosis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สารประเภทตะกั่ว ถ้านำมาใช้ผสมน้ำเคลือบในรูปของวัตดูดิบ เป็นสารที่มีพิษต่อร่างกาย ปัจจุบันมีผู้ผลิตในรูปของฟริต (Frit) ใช้แทนได้

วัตดูประสงคิในการเคลือบ

การนำผลิตภัณฑ์เข้าเคลือบ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่ายิ่งขึ้น มีคุณสมบัติทนต่อกรดและต่างได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีความแข็งแรงและคงทนถาวรเป็นพิเศษ การเคลือบมีวัตดูประสงค์คือ

1. เพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์ไม่ให้ของเหลวและก๊าซไหลผ่านได้
2. เพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์ให้มีความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อนต่างๆ
3. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เกลี้ยงเกลา สะอาด และง่ายต่อการทำความสะอาดและรักษา
4. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความสวยงาม น่าใช้ และปิดบังผิวดินใต้ดี
5. การเคลือบช่วยให้เพิ่มความต้านทานต่อการกระแทกเสียดสีได้ดี

ประวัติความเป็นมาของน้ำเคลือบ

น้ำเคลือบ (Glazes) มนุษย์เราได้ค้นพบกันมานานแล้ว ตั้งแต่ยุคโบราณก่อนคริสตกาล กล่าวกันว่า ชนชาติอียิปต์เป็นผู้ค้นพบมาก่อนโดยบังเอิญในแถบทะเลทราย เป็นเคลือบประเภทต่าง (Alkaline glazes) ซึ่งมีส่วนผสม ของโซดาแอส (Soda ash) ทราย (Sand) และดิน (Clay) เมื่อนำมาผสมกันสามารถเผาให้ละลายในอุณหภูมิต่ำได้แต่ภายหลังต่อมาปรากฏว่า ชนชาติชาวซีเรีย (Syrians) และบาบิโลเนียน (Babylonians) ได้ค้นพบสารชนิดหนึ่ง ปัจจุบันเป็นสารประเภทตะกั่ว (Lead Sulfide or galena) ได้นำมาทดลองทำเคลือบจนเป็นผลสำเร็จ และสามารถทำเคลือบสีต่างๆ โดยเติมออกไซด์ต่างๆเช่น คอปเปอร์ออกไซด์ (Copper oxide) เหล็กออกไซด์ (Iron oxide) และแมงกานีส (Manganese) ทำให้เกิดสีต่างๆ ตามความต้องการ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ที่เคลือบสีในสมัยนั้น นำไปใช้กับสิ่งก่อสร้าง เช่นกระเบื้องมุงหลังคา กระเบื้องประดับ นับเป็นความก้าวหน้าอย่างยิ่ง ที่สามารถทำสีได้

ความรู้เกี่ยวกับเคลือบตะกั่ว (Lead glaze) ได้เจริญแพร่หลายไปสู่ประเทศต่างๆ โดยเฉพาะประเทศจีน ได้ทำเคลือบตะกั่วเช่นกัน เคลือบตะกั่วของจีนในสมัยแรกๆ นิยมเคลือบหลายสีคล้ายสีรุ้ง สวยงามน่าดูมาก แต่เป็นที่น่าเสียดายในปัจจุบันเคลือบประเภทนี้สีจางไปไม่เหมือนของเดิม เนื่องจากเคลือบมีความแข็งแรงน้อย และได้ทำกันมาเป็นเวลาหลายศตวรรษแล้ว

ชาวจีนได้ประสบความสำเร็จ เกี่ยวกับการสร้างเตาเผา (Kiln) และสามารถเผาได้ในอุณหภูมิสูง (1050-1200°C) เป็นเตาชนิดทางเดินลมร้อนตรง (Horizontal draft kiln) โดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ในขณะที่เดียวกันชาวจีนก็ได้พยายามคิดสูตรน้ำเคลือบขึ้นใหม่ เเผาในอุณหภูมิสูงได้เป็นครั้ง

แรก โดยใช้ส่วนผสมของขี้เถ้า (Wood ashes) หินฟันม้า (Feldspar) และดิน (Clay) ในอัตราส่วนที่เท่าๆ กัน ทำเคลือบเป็นผลสำเร็จ

นอกจากนี้ชาวจีนยังได้พยายามศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับน้ำเคลือบต่อไป ได้ค้นพบโดยบังเอิญได้แก่น้ำเคลือบสลิป (Slip glazes) ที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ นำมาเผาให้สีสวยงามมาก นับว่าเป็นเคลือบที่เก่าแก่ชนิดหนึ่งของจีน สีส่วนใหญ่มักจะเป็นสีน้ำตาลเข้มเนื่องจากน้ำเคลือบสลิปมีแร่เหล็กค่อนข้างสูง จีนยังได้ทำน้ำเคลือบหิน ซึ่งประกอบไปด้วยหินฟันม้า (Feldspar) หินปูน (Limestone) และหินแก้ว (Quartz) เป็นเคลือบที่สวยงามมาก ให้สีขาวนวล ผลงานเคลือบของจีนได้รับการยกย่องมาช้านานยอดเยี่ยมของโลก (Master pieces)

ในการเคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดพอร์ซเลน

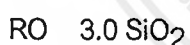
ประเภทและลักษณะของเคลือบ (GLAZE TYPES)

การแบ่งประเภทของเคลือบทำได้หลายประการ แล้วแต่ที่เราจะจำแนกในคุณสมบัติด้านใด แบ่งประเภทตามอุณหภูมิการเผา

โดยทั่วไปถ้าเราพูดถึงอุณหภูมิของการเผา เราก็อาจจะแบ่งเคลือบออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. เคลือบไฟต่ำ (LOW TEMPERATURE GLAZE) อุณหภูมิประมาณ 800-1000°C

ตัวอย่างสูตร

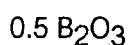
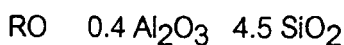
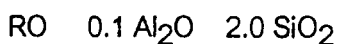


กลุ่ม RO ที่ใช้คือตะกั่วออกไซด์ หรืออัลคาไลน์ ซึ่งเป็น FLUX สำคัญสำหรับเคลือบประเภทนี้

2. เคลือบไฟปานกลาง (MEDIEM TEMPERATURE GLAZE) อุณหภูมิประมาณ 1000-1150°C

(ในบางกรณี อุณหภูมิอาจถึงประมาณ 1200°C) เคลือบอุณหภูมินี้ทำยากที่สุด เพราะต้องหาส่วนผสมของวัตถุดิบมาหลอมรวมกัน ณ อุณหภูมินั้น ส่วนผสมของเคลือบไฟปานกลางละลายน้ำง่าย ต้อง FRIT ก่อน เคลือบประเภทนี้ใช้กับอุตสาหกรรมใหญ่ๆ เช่นกระเบื้องปูฝาผนัง

ตัวอย่างสูตร



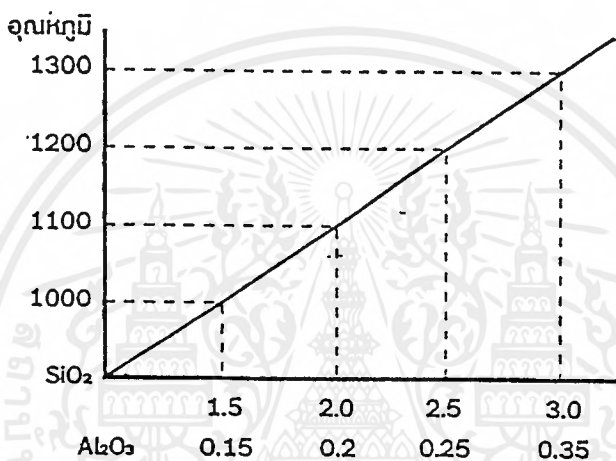
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เคลือบไฟสูง (HIGH TEMPERATURE GLAZE) อุณหภูมิประมาณ 1150-1450°C

RO 0.5 Al₂O₃ 5.0 SiO₂-อัตราส่วนน้อยที่สุด (Al : SiO₂)

RO 1.6 Al₂O₃ 14.0 SiO₂-อุณหภูมิสูง

เราสามารถตรวจดูอุณหภูมิสุกตัวของเคลือบจากปริมาณของ SILICA และ ALUMINA ที่เป็นสัดส่วนต่อกัน ตัวอย่างกราฟข้างล่างนี้



แบ่งประเภทตามส่วนผสมวัตถุดิบ

ถ้าเราพูดถึงส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ทำเคลือบ เราก็แบ่งเคลือบออกได้เป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท ดังนี้คือ

1. เคลือบดิบ (RAW GLAZE) หมายถึง เคลือบที่น้ำเคลือบประกอบด้วยวัตถุดิบ ที่ยังมิได้มีการปรับปรุง เคลือบพวกนี้จะไม่มียัตถุติบที่เป็นแก้ว (FRIT) อยู่ วัตถุดิบที่ใช้ ทำเคลือบพวกนี้มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ เคลือบชนิดนี้มีหลายอย่าง ได้แก่

1.1 เคลือบพอร์ซเลน (PORCELAIN GLAZES) มีจุดสุกตัวอยู่ระหว่าง COME 8 ถึง CONE หรือระหว่างอุณหภูมิ 1225°C - 1250°C

ตัวอย่างสูตร

0.3 K₂O 0.4 Al₂O₃ 4.0 SiO₂

0.7 CaO

1.2 เคลือบบริสตอล (BRISTOL GLAZES) เคลือบชนิดนี้มักจะใช้กับ ผลิตภัณฑ์ทางสถาปัตยกรรม และบางครั้งก็ใช้กับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

เอกสารนี้ ตัวอย่างสูตร อุณหภูมิ 1145 °C - 1165 °C ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.36 K₂O 0.5 Al₂O₃ 3.16 SiO₂

0.40 CaO

0.24 ZnO

1.3เคลือบตะกั่ว(LEADGLAZES) เคลือบชนิดนี้ใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทศิลปะไม่ใช้กับผลิตภัณฑ์พวกถ้วยชาม เนื่องจากสารประกอบตะกั่วเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เคลือบชนิดนี้ไหลตัวดี มีความมันวาวมาก จุดหลอมตัวต่ำ

ตัวอย่างสูตร อุณหภูมิ 950 °C - 1050 °C

0.6 PbO 0.2 Al₂O₃ 1.6 SiO₂

0.3 CaO

0.1 Na₂O

1.4 เคลือบที่มีจุดตัวต่ำแต่ไม่มีสารประกอบของตะกั่วเป็นองค์ประกอบ แต่ ความมันวาวน้อยกว่า 1.3

ตัวอย่างสูตร อุณหภูมิ 1080 °C

0.2 K₂O 0.3 Al₂O₃ 3.0 SiO₂

0.3 SrO

0.1 CaO

0.4 BaO

2. เคลือบฟริต (FRITTED GLAZES) หมายถึงเคลือบที่มีบางส่วนในส่วนผสมของน้ำเคลือบได้ถูกหลอมเป็นแก้วมาแล้ว เคลือบชนิดนี้ใช้กับผลิตภัณฑ์หลายชนิด มีบริษัทผู้ทำสำเร็จรูปขายทั่วไปในต่างประเทศ เคลือบฟริตใช้งานง่าย และให้ผลแน่นอน เคลือบฟริตมีหลายชนิดได้แก่

2.1 เคลือบฟริตที่มีบอริกออกไซด์เป็นส่วนประกอบ สารประกอบบอริกออกไซด์และพวกบอริตละลายได้ดีในน้ำ ดังนั้นเพื่อป้องกันการละลายของสารประกอบพวกนี้ จึงนำส่วนผสมบางส่วนมาหลอมเป็นแก้วเสียก่อน

ตัวอย่างสูตร

0.69 CaO 0.37 Al₂O₃ 2.17 SiO₂

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.19 Na₂O

0.12 K₂O

2.2 เคลือบฟritที่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากตะกั่วเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เคลือบตะกั่วที่ขายสำเร็จรูป จึงมักจะทำให้ตะกั่วหลอมรวมกับส่วนผสมน้ำเคลือบบางชนิดให้กลายเป็นแก้วที่ไม่ละลายน้ำก่อน ฟritของเคลือบตะกั่วที่ง่ายที่สุด คือ PbO.2 SiO₂

ตัวอย่างสูตร

0.94 PbO 0.07 Al₂O₃ 1.23 SiO₂

0.03 Na₂O

0.03 K₂O

2.3 เคลือบฟritที่มีทั้งตะกั่ว และ บอริกออกไซด์เป็นองค์ประกอบ เคลือบพวกนี้นิยมใช้เป็นเคลือบที่มีจุดลุดตัวที่อุณหภูมิต่ำ

ตัวอย่างสูตร

0.53 PbO 0.12 Al₂O₃ 2.72 SiO₂

0.10 Na₂O 0.69 B₂O₃

0.07 K₂O

0.30 CaO

แบ่งประเภทตามลักษณะของเคลือบ

ถ้าเราพูดถึง ลักษณะของเคลือบ (CHARACTERISTIC) เราก็แบ่งเคลือบออกได้ 5 ประเภทดังนี้

1. เคลือบใส (TRANSPARENT GLAZE) เคลือบธรรมดาที่ทำขึ้นจะเป็นเคลือบใสเหมือนแก้วทั้งชิ้น ควบคุมปริมาณ SILICA และ ALUMINA ตามอัตราส่วนดังนี้ 1:8-1:1
2. เคลือบทึบ (OPAQUE GLAZE) เคลือบชนิดนี้ปิดบังเนื้อดินปั้นภายในไม่ให้เห็นสีออกมา ทำได้โดยเติมตัวทำทึบ (OPACIFIER) ลงไปในส่วนผสม ตัวทำทึบที่ใช้กันมีอยู่ 4 อย่าง คือ

1. STANNIC OXIDE (SnO_2) ให้ผลดี แต่ราคาแพงมาก
2. TITANIUM DIOXIDE (TiO_2)
3. ZIRCONIZ, ZIRCON (ZrO_2 , Zr SiO_4) ราคาถูก, นิยมใช้มากนิยมทำ
4. PHOSPHATE, เเผาะกระดูกได้ $\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$

3. เคลือบด้าน (MATT GLAZE) ลักษณะผิวเคลือบจะไม่มีน้ำมัน แต่สัมผัสดู จะมีเนื้อเนียนเรียบ, ปริมาณอัตราส่วนของ SILICA และ ALUMINA จะเป็นดังนี้คือ 1:4 - 1:6 คือมีปริมาณของ ALUMINA มากขึ้น เคลือบด้านเกิดได้จาก

1. เมื่อใส่ ALUMINA และ SILICA รวมกันเกิดสารใหม่คือ MULLITE ให้เคลือบผิวด้าน



2. เติมสารต่างๆ เช่น CaO , BaO , ZnO และ TiO_2

โดยถ้าเติม CaO จะทำปฏิกิริยาเกิดผลึกใหม่เรียกว่า



เติม BaO จะทำปฏิกิริยาเกิดผลึกใหม่เรียกว่า



เติม ZnO , SiO_2 จะทำปฏิกิริยาเกิดผลึก

ใหม่เรียกว่า



เติม ZnO , TiO_2 จะทำปฏิกิริยาเกิดผลึกใหม่เรียกว่า



การเติมสารใดที่ทำให้เกิดผลึกเล็กๆ ก็เกิดเคลือบด้าน

อนึ่ง มีเคลือบอีกลักษณะหนึ่งมีความคล้ายคลึงกับเคลือบด้าน เกิดจาก การเผาไม่ถึงจุดสุดตัวของเคลือบ (UNDERFIRING) เช่น อุณหภูมิต่ำกว่าจุดสุดตัว $20-80 \text{ }^\circ\text{C}$ ก็ทำให้เกิดความด้านของผิวเคลือบ ซึ่งถ้าเผาถึงจุดสุดตัวพอดีของมันก็จะได้ผิวเคลือบมันตามปกติ

การดูความแตกต่างของเคลือบด้าน กับเคลือบที่เผาไม่ถึงจุดสุกตัว ทำได้จากการทดสอบโดยทำให้ผิวของเคลือบทั้งสองชนิดสกรปกร สำหรับเคลือบด้าน ถ้าเป็อนแล้วจะเซ็ดออก ความสกรปกรไม่ฝึงลึกลงไปในผิวได้ แต่เคลือบที่ไม่สุกตัว (UNDERFIRED) จะเซ็ดรอยเป็อนไม่ออก

4. เคลือบสี (COLOUR GLAZE) เคลือบที่ต้องการให้เป็นสีต่างๆ นอกเหนือไปจากสีขาวธรรมดา ใช้ผสมสีเข้าไปในสวณผสมของเคลือบด้าน สีที่ใช้กันโดยมากเป็นสีจากเคมีภัณฑ์เช่นพวกออกไซด์ต่างๆ หรือสีที่ได้จากการนำออกไซด์ หลาย ๆ ตัวมาทำปฏิกิริยากันเป็นสีสำเร็จรูป นอกจากจะผสมสีลงไปในเคลือบแล้ว ควรจะต้องใส่ตัวทำที่บดด้วย เพื่อจะเป็นตัวรองพื้นให้สีเด่นขึ้นมา

5. เคลือบพิเศษ (SPECIAL GLAZED AND SUBFACE EFFECTS) เคลือบที่มีลักษณะพิเศษเฉพาะตัว ทำด้วยความตั้งใจจะให้มึลักษณะพิเศษต่างๆ เช่น เคลือบราน มีผิวแตกคล้ายร่างแห, เคลือบผลึกมีดอกผลึกสวยงามในเนื้อเคลือบ หรือเคลือบเกลือ ที่มีผิวเป็นจุดอันเกิดจากการสาดเกลือเข้าไปในเตาเผา เป็นต้น

เคลือบผลึก (CRYSTALLINE GLAZE)*

เคลือบผลึกคือเคลือบที่มีผลึกเกิดขึ้น อาจเกิดอยู่ใต้เคลือบหรือบนเคลือบก็ได้ ผลึกนี้เกิดจากการควบคุมอุณหภูมิของเคลือบภายหลังที่หลอมละลายแล้ว ให้เย็นลงช้าๆ จะทำให้วัตฤติบหรือเคมีภัณฑ์ที่ผสมในน้ยาเคลือบและมีปริมาณมากเกินจุดที่อิ่มตัวนั้น แยกตัวสวณเกินออกเป็นผลึกเกิดขึ้น ถ้าไม่ควบคุมการเย็นตัวของเคลือบ ปล้่อยให้อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว ผลึกก็จะไม่เกิดขึ้น หรืออาจเกิดเพียงบางสวณเท่านั้น ลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้นมีหลายอย่าง อาจเกิดเป็นผลึกเล็กๆ คล้ายจุดเล็กๆกระจายอยู่เป็นกลุ่ม หรืออาจเกิดเป็นผลึกรูปเข็ม หรือผลึกใหญ่ๆที่สวยงามก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่วัตฤติบหรือเคมีภัณฑ์ที่ใช้

ตัวอย่างการเผาเคลือบ เเผาที่อุณหภูมิ 1280°C แล้วปล้่อยให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ 1150°C ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่จุดนี้ไว้ 2 ชั่วโมง แล้วจึงปล้่อยให้เย็นลงต่อไป จะได้รูปผลึกที่สวยงาม และถ้าเติมออกไซด์ที่ให้สีลงไปด้วยจะทำให้เกิดผลึกเป็นสีสังตงามยิ่งขึ้น

.....

* เอกสารทางวิชาการ เรื่อง เครื่องปั้นดินเผาที่น่าสนใจ ของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ

.....

ในการใช้เคลือบในงานอุตสาหกรรม นิยมใช้เคลือบสำเร็จรูป เพราะควบคุมความสม่ำเสมอของเคลือบได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน ในปัจจุบันมีผู้ผลิตจำหน่ายคือ บริษัท คอมปาวด์เคลย์ และบริษัทที่นำเข้าเคลือบสำเร็จรูปจากต่างประเทศคือ บริษัท เซรามิกส์ อาร์ อัส

เคลือบสำเร็จรูปของบริษัทคอมปาวด์เคลย์ #

มี 3 ชนิด ใช้กับแต่ละช่วงอุณหภูมิ คือ

- 1 1260°C - 1280°C เผาออกซิเดชั่นหรือรีดักชั่น
- 2 1200°C - 1220°C เผาออกซิเดชั่นหรือรีดักชั่น
- 3 1000°C - 1020°C เผาออกซิเดชั่น

บริษัทคอมปาวด์เคลย์ได้เตรียมน้ำยาเคลือบที่เหมาะสมกับดินให้เลือกใช้ มีทั้งเคลือบใส เคลือบทึบ และสีต่างๆ เช่น สีดำ สีน้ำเงิน สีน้ำตาล สีฟ้า สีเหลือง สีแดง เป็นต้น โดยทั่วไปน้ำเคลือบจะเตรียมให้ โดยบดวัตถุดิบต่างๆตามสูตร ให้มีความละเอียดพอดี ทางบริษัทคอมปาวด์เคลย์มีจำหน่ายให้ในลักษณะเป็นน้ำ ซึ่งพร้อมจะใช้งานได้ทันที และผงแห้งตามแต่การเลือกใช้

.....

ข้อมูลจาก เอกสาร ของ บริษัท คอมปาวด์เคลย์ จำกัด

.....

สีสำหรับเครื่องปั้นดินเผา*

สีเป็นส่วนประกอบสำคัญอย่างหนึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เพราะเป็นส่วนช่วยให้ผลิตภัณฑ์เด่นสวยงาม ดึงดูดความสนใจและมีคุณค่ามากขึ้น

สีสำหรับเครื่องปั้นดินเผามีหลายชนิด มีวิธีใช้ต่าง ๆ กัน สีทุกชนิดเมื่อตกแต่งภาชนะแล้วจะต้องให้ความร้อนเผาเสียก่อน สีจึงจะติดภาชนะถาวรและมีสีเด่นชัด เตรียมได้จากอนินทรีย์สาร (Inorganic matter) ประกอบด้วยแร่ธาตุที่มีสีต่าง ๆ กัน และออกไซด์ของโลหะบางชนิดก็อาจใช้เป็นสีสำหรับเครื่องปั้นดินเผาได้ เช่น

- Cobalt oxide ให้สีน้ำเงินถึงดำ
- Copper oxide ให้สีเขียว
- Chromic oxide ให้สีเขียวถึงเขียวหม่น
- Feric oxide ให้สีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีเข้มเกือบดำ
- Manganese oxide ให้สีน้ำตาล

สีสำเร็จรูปที่ใช้ตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สีใต้เคลือบ (Underglaze colour) เป็นสีที่มีจุดหลอมเหลวสูง และสูงกว่าน้ำยาเคลือบเล็กน้อย การใช้มีหลายวิธีต้องเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อดินปั้นและน้ำยาเคลือบ ดังนี้

- ใช้ผสมในน้ำยาเคลือบเป็นน้ำยาเคลือบสี (IN GLAZE) หรือเรียกว่าสีในเคลือบ
- ใช้ผสมกับเนื้อดินปั้นทำเป็นเนื้อดินปั้นสี (COLOURED BODY)
- ใช้เขียนตกแต่งลวดลายบนเนื้อภาชนะดินปั้นที่เผาติดแล้วหรือยังไม่ได้เผา แล้วเคลือบทับด้วยน้ำยาเคลือบ เมื่อเผาหน้ายาเคลือบแล้วสีจะปรากฏออกมาสีที่ใช้เขียนนั้นควรบดให้ละเอียดผสมกรีเซอรินแล้วเติมน้ำให้พอประมาณ ไม่ควรเขียนสีหนาเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่เรียบ สีจะปูดออกมา สำหรับสีบางชนิดที่มีจุดหลอมตัวสูงกว่าน้ำยาเคลือบมากเมื่อเผาเคลือบแล้วสีไม่มัน จำเป็นต้องใช้สารบางชนิดช่วยทำให้จุดหลอมตัวต่ำพอเหมาะกับน้ำยาเคลือบ เช่น โบแตส เซียมคาร์บอเนตใส่ในอัตราส่วนที่พอเหมาะจะได้สีสดและมัน แต่ถ้าเคลือบไหล สีไม่ชัด เนื่องจากสีที่ใช้มีจุดหลอมตัวต่ำกว่าน้ำยาเคลือบ ควรจะเติมสารที่มีจุดหลอมตัวสูงช่วย เช่น เนื้อดินหรืออลูมินา

2. สีบนเคลือบ (Overglaze colour) ใช้ตกแต่งบนภาชนะที่เผาเคลือบแล้ว เมื่อแต่งสีบนเคลือบแล้วเผาอีกครั้งที่อุณหภูมิ 750°C เพื่อให้สีติดกับผิวเคลือบ สีชนิดนี้จะมีสารที่ทำให้จุดหลอมตัวต่ำผสมอยู่ด้วยเรียกว่า "ฟลักซ์" (FLUX) ซึ่งได้แก่ ตะกั่วแดง บอแรกซ์ สีบนเคลือบนี้จะให้สีสดใสมากกว่าสีใต้เคลือบ เหมาะสำหรับนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์สำหรับเป็นเครื่องประดับมากกว่าที่จะนำไปใช้ตกแต่งภาชนะสำหรับใส่อาหารบริโภค เนื่องจากสีบนเคลือบนี้อาจจะละลายได้ในกรดน้ำส้ม ทำให้เป็นพิษต่อร่างกายได้เมื่อบริโภค เพื่อความปลอดภัยจึงควรเลือกภาชนะสำหรับใส่อาหารอย่างระมัดระวัง

.....

* เอกสารทางวิชาการ เรื่อง เครื่องปั้นดินเผาที่น่าสนใจ ของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ

.....

รูปลอกเซรามิกส์ (Ceramic Decalcomania)

ในปัจจุบันรูปลอกเซรามิกส์ เป็นวัสดุที่มีบทบาทที่ใช้ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกส์อย่างมาก โดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะสามารถผลิตได้จำนวนมากรวดเร็วและมีคุณภาพ มีมาตรฐาน มีความสวยงาม และประหยัดเวลา ขณะเดียวกันก็เป็นวัสดุที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แก้ปัญหาผลิตภัณฑ์บางรูปร่าง ที่ไม่สามารถใช้วิธีการพิมพ์ลายโดยตรง

ประเภทของรูปลอกเซรามิกส์

1. จำแนกตามจำนวนสีของรูปลอก แบ่งได้ดังนี้

-รูปลอกสีเดียว ได้แก่ รูปลอกที่มีเพียงสีเดียวภายในภาพนั้น เช่น รูปลอกสีคราม หรือสีน้ำตาล หรือสีแดง หรือสีน้ำเงิน หรือสีทอง หรือสีอื่นๆ

-รูปลอกหลายสี ได้แก่รูปลอกที่มีหลายสีอยู่ในภาพเดียวกัน เช่น สีแดงร่วมกับสีเขียวร่วมกับสีเหลือง สีอื่นๆ

2. จำแนกตามชนิดของสี แบ่งได้ดังนี้

-รูปลอกสีใต้เคลือบ (Underglaze decal) หมายถึงรูปลอกที่ใช้ติดบนผลิตภัณฑ์ที่เป็นดินดิบ หรือผ่านการเผาดิบแล้ว และนำไปชุบเคลือบแล้วเผาเคลือบต่อไปที่ 900-1300 องศาเซลเซียส เพื่อให้เคลือบสุกตัวและปิดทับเนื้อสีไว้

3. จำแนกตามลักษณะของภาพ

-ภาพลายเส้น (Line Work) เป็นภาพที่มีโทนน้ำหนักรูปเดียวไม่มีความอ่อนแก่ของสี เช่น รูปลอกชื่อบริษัท สัญลักษณ์ แถบสี

-ภาพโทนกึ่งต่อเนื่อง (Half Tone) เป็นภาพที่มีโทนไล่สีจากอ่อนไปหาเข้มเพื่อแสดงมิติของภาพ เช่น ภาพคน สัตว์ ทิวทัศน์ ดอกไม้ เพื่อให้มองเห็นภาพคล้ายของจริง

-ภาพผสม เป็นภาพที่เกิดจากการผสมระหว่างภาพลายเส้นและภาพโทนกึ่งต่อเนื่องเพื่อแสดงมิติของภาพ และความคมชัดของเส้นบางเส้น เช่น เส้นรอบภาพทำให้ได้ภาพที่มีความเหมือนจริงมากขึ้น

การผลิตรูปลอกใต้สีเคลือบ

รูปลอกใต้สีเคลือบ (Underglaze Decal) เป็นรูปลอกที่เริ่มใช้กันมานานควบคู่กับพัฒนาการทางด้านเซรามิกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องการเร่งอัตราการผลิต ในระบบโรงงานอุตสาหกรรมก็ได้มีการคิดค้นวิธีการตกแต่งเพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมือนกัน ขนาดเท่ากัน สวยงามเช่นกัน และผลิตได้มากและรวดเร็ว วิธีการที่ได้มีการพัฒนาและยังใช้กันอยู่บ้าง ได้แก่

1. การพ่นสี วิธีการนี้เป็นวิธีการแรกๆที่นำมาใช้เพื่อเร่งอัตราการผลิต ซึ่งมีวิธีการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.1 ใช้แผ่นตะกั่วที่มีความอ่อนนุ่ม หนาประมาณ 1 มิลลิเมตร นำมาตัดให้เข้ากับรูปทรงของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการตกแต่ง
- 1.2 ร่างลวดลายลงบนแผ่นตะกั่วที่ตัดเป็นรูปร่างของผลิตภัณฑ์แล้ว
- 1.3 ใช้มีดตัด ฉลุ ให้เป็นลวดลายฉลุตามรูปแบบที่ต้องการ
- 1.4 นำแบบที่ทำได้นี้ไปวางทาบบนผลิตภัณฑ์
- 1.5 ใช้สีได้เคลือบพ่นลงไปในพื้นที่ร่องที่เจาะเป็นลวดลายไว้
- 1.6 เมื่อนำแบบออกก็ได้ลวดลายสีต่างๆที่พ่นไว้
- 1.7 นำผลิตภัณฑ์ไปชุบเคลือบ และเผาต่อไป

การตกแต่งด้วยวิธีนี้ มักเกิดปัญหาที่อาจเกิดลวดลายที่ไม่คมชัดได้ เพราะแผ่นตะกั่วหรือแผ่นโลหะไม่แนบสนิทกับพื้นของผลิตภัณฑ์, วิธีการนี้ยังมีข้ออยู่บ้างในการทำ ถาดโลหะเคลือบ แต่ได้ดัดแปลงจากแผ่นตะกั่วมาเป็นวัสดุอื่นแทน

2. การใช้ตรายางประดับ วิธีนี้เป็นวิธีการสร้างลวดลายลงบนผิวของผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็ว เช่นเดียวกัน แต่มีจุดอ่อนคือ พิมพ์ของตรายางจะพิมพ์ได้สีเดียว ซึ่งมีวิธีการผลิตดังนี้
 - 2.1 เตรียมตรายางที่มีลวดลายตามต้องการ
 - 2.2 เตรียมส่วนผสมของสี โดยการใส่สีได้เคลือบ + กาวยางไม้ + น้ำมันกลีเซอริน โดยเตรียมอยู่ในสภาพครีมพ่น
 - 2.3 นำส่วนผสมของสีมาปาดลงบนแผ่นกระจก หรือผ้าหนาเหมือนกับที่ใช้พิมพ์ตรายางทั่วไป
 - 2.4 นำตรายางมาปั๊มสี แล้วไปพิมพ์ลงบนผิวของผลิตภัณฑ์ ก็จะได้ลวดลายบนผิวของผลิตภัณฑ์
 - 2.5 นำไปชุบเคลือบและเผาต่อไป

การตกแต่งด้วยวิธีนี้ไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีทรงกลม เพราะจะไม่สามารถพิมพ์ลวดลายได้ชัดเจนนัก แต่ในผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก หรือ ทรงกรวย จะไม่ค่อยเกิดปัญหานี้

3. การใช้รูปลอกที่ผลิตจากแม่พิมพ์ร่องลึก (Intaglio Printing / Copper / plate Printing)
รูปลอกชนิดนี้เริ่มใช้กันมาตั้งแต่อดีต ในปัจจุบันไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้กัน เนื่องจากผลิตได้ช้า และทำได้เพียงสีเดียว ไม่สามารถพิมพ์รูปลอกหลายสีได้ ซึ่งมีวิธีการผลิตดังนี้
 - 3.1 เตรียมแผ่นทองเหลืองให้มีลวดลายเป็นร่องลึก ซึ่งสามารถทำได้โดยการแกะสลัก หรือใช้วิธีการกัดกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2 เตรียมส่วนผสมของสี โดยการใช้น้ำสีได้เคลือบ + ซีเมนต์ + กาวยางไม้ + น้ำ ผสม และบดให้เข้ากัน โดยมีสภาพเป็นครีมหนืดข้น ๆ
- 3.3 ใช้ส่วนผสมของสีปาด และขัดลงตามร่องลึกของลวดลาย
- 3.4 ใช้ไม้ปาดส่วนผสมสีที่เกินออกให้สะอาด
- 3.5 นำกระดาษข่อยมาวางทับบนแผ่นทองเหลือง
- 3.6 ใช้ลูกกลิ้งคลึงทับบนกระดาษ หรือ เข้าเครื่องรีดเพื่อให้กระดาษดูสีขึ้นมา
- 3.7 ดึงกระดาษข่อยออกจากแผ่นทองเหลือง ลวดลายก็จะปรากฏบนกระดาษ
- 3.8 นำกระดาษรูปลอกที่ได้นี้ไปผึ่งให้แห้ง
- 3.9 นำกระดาษรูปลอกมาตัดเป็นแผ่นเล็กให้มีขนาดที่ใกล้เคียงกับลวดลาย
- 3.10 นำรูปลอกไปวางบนผลิตภัณฑ์ที่เป็นดินดิบหรือเผาดิบแล้ว โดยใช้ด้านที่มีสีแนบกับผลิตภัณฑ์โดยวางในตำแหน่งที่ต้องการ
- 3.11 ใช้แปรงขนกระต่าย หรือพู่กันแบนใหญ่ ๆ ชุบน้ำทาบนกระดาษรูปลอก น้ำจะช่วยละลายสีของรูปลอกให้ขึ้น ขณะเดียวกันเนื้อของผลิตภัณฑ์ก็จะดูดน้ำเข้าสู่ตัวของผลิตภัณฑ์ ทำให้รูปลอกหลุดออกจากกระดาษไม่ติดกับผิวของผลิตภัณฑ์ การติดรูปลอกนี้จะต้องทำด้วยความรวดเร็วและปริมาณน้ำที่ทาลงไปจะต้องมีปริมาณพอดี รูปลอกจึงจะมีลวดลายที่สมบูรณ์ เพราะถ้าน้อยเกินไปรูปลอกก็จะหลุดออกมาบางส่วน แต่ถ้ามากเกินไปสีของรูปลอกก็จะเลือนไม่คมชัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของกาวยางไม้ที่ผสมอยู่ในส่วนผสมของสีด้วย
- 3.12 นำผลิตภัณฑ์ไปชุบน้ำเคลือบชนิดเคลือบใส และนำเข้ามาเผาที่อุณหภูมิการสุกตัวของน้ำเคลือบและเนื้อดินต่อไป

4. การใช้รูปลอกในระบบซิลค์สกรีน (Silk Screen Printing) รูปลอกชนิดนี้เป็นรูปลอกที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันเนื่องจากสามารถผลิตได้จำนวนมากและรวดเร็ว อายุการเก็บรักษาได้นาน และสามารถผลิตได้ทั้งชนิดรูปลอกสีเดียวและหลายสี รูปลอกชนิดนี้มีวิธีการเตรียมดังนี้

- 4.1 เตรียมตะแกรงใหม่โดยการถ่ายซิลค์สกรีน และยึดติดกับฐานสกรีนให้แน่น
- 4.2 เตรียมส่วนผสมของสีโดยการใช้น้ำสีได้เคลือบ + น้ำ + กาวยางไม้ + น้ำผึ้ง / น้ำตาลปีบ ผสมบดให้เข้ากันให้มีความหนืดพอประมาณ
- 4.3 นำกระดาษข่อยวางบนฐานสกรีน และวางกรอบตะแกรงใหม่ทับ
- 4.4 ตักส่วนของสีใส่ตะแกรงใหม่แล้วทำการสกรีน เมื่อปาดสีแล้วให้ยกตะแกรงใหม่ขึ้นทันที กระดาษข่อยจะติดขึ้นไปกับกรอบตะแกรงใหม่
- 4.5 รับผิดชอบกระดาษข่อยออกจากตะแกรงใหม่ทันทีแล้วนำไปผึ่งให้แห้งก็จะได้รับรูปลอกสีได้

เคลือบ ชนิดสีเดียว

ในกรณีต้องการพิมพ์หลายสี จำเป็นต้องใช้เครื่องพิมพ์ที่ใช้ระบบเครื่องดูดสูญญากาศที่สามารถดูดกระดาษช่วยให้ติดอยู่กับฐานสกรีน เมื่อสกรีนสีแรกเสร็จก็จะสกรีนสีอื่นๆ ได้ต่อไป

สำหรับรูปลอกชนิดนี้มามีวิธีการติดเช่นเดียวกับรูปลอกที่ผลิตด้วยระบบแม่พิมพ์ร่องลึก ขณะเดียวกันทำได้ทั้งรูปลอกลายเส้น และรูปลอกภาพโทนกึ่งต่อเนื่อง

การผลิตรูปลอกสีบนเคลือบ

รูปลอกสีบนเคลือบ (Overglaze Decal) มีใช้กันอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือ ระบบรูปลอกน้ำ (Waterslide) เนื่องจากผลิตได้ง่ายและการติดตั้งในตำแหน่งต่างๆ ได้สะดวก โดยมีกระบวนการผลิตได้ดังนี้ คือ

วัสดุ-เครื่องมือ

1. ภาพต้นแบบ (Art Work) ทำได้ทั้งบนกระดาษขาว กระดาษไซ แ่นฟิล์ม แผ่นฟิล์มลิต โดยเลือกใช้ให้เหมาะกับภาพ หรือ ลวดลาย ว่าเป็นภาพลายเส้นละเอียด เส้นทึบ หรือภาพโทนกึ่งต่อเนื่อง
2. ตะแกรงไหม (Silk) ควรเลือกความละเอียดของผ้าให้ตรงกับจุดประสงค์การใช้งาน คือ
 - ตะแกรงไหมสำหรับพิมพ์ภาพลายเส้น ควรใช้ผ้าไหมเบอร์ 90-120
 - ตะแกรงไหมสำหรับพิมพ์ภาพโทนกึ่งต่อเนื่อง ควรใช้ผ้าไหมเบอร์ 120-150 (ชนิดสีไม่ซ้อนกัน)
 - ตะแกรงไหมสำหรับพิมพ์ภาพโทนกึ่งต่อเนื่อง ควรใช้ผ้าไหมเบอร์ 130-150 (ชนิดสีซ้อนกัน)
 - ตะแกรงไหมสำหรับพิมพ์น้ำยาเคลือบผิวผ้าควรใช้ผ้าไหมเบอร์ 40-60
3. สีบนเคลือบ (Overglaze Colour) เป็นสีที่ใช้สำหรับตกแต่งผิวของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเผาเคลือบแล้ว เมื่อตกแต่งเสร็จก็นำไปเผาซ้ำเพื่อให้สีหลอมละลาย และติดยึดแน่นกับผิวของน้ำเคลือบ ที่อุณหภูมิประมาณ 700-900 องศาเซลเซียส สีชนิดปัจจุบันมีการควบคุมคุณภาพกันมาก เนื่องจากมีส่วนผสมของผงตะกั่ว บอแรกซ์ แคลเมียมอยู่ด้วย ซึ่งเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย แต่ก็เป็นสีที่ให้ความสดใส และมีสีที่ให้โทนจุดจาดมากกว่าสีได้เคลือบ เพราะเผาที่อุณหภูมิต่ำกว่าสีได้เคลือบ จึงเป็นสีที่นิยมนำมาตกแต่งชุดภาชนะอาหารชุดชากาแฟกันมากสีที่นำมาทำรูปลอกนี้ควรมีความละเอียดประมาณ 320 เมช
4. ตัวประสาน (Medium / Screen Printing Oil) มีลักษณะเป็นของเหลวข้น ๆ สีใส ใช้ผสมกับสีบนเคลือบ เมื่อแห้งแล้วนำมาละลายน้ำเป็นสารที่ช่วยยึดเนื้อสีให้คงรูปร่าง หรือลวดลายได้

เนื่องจากขณะทำการติดรูปลอกเนื้อสีจะต้องถูกน้ำ ตัวประสานนี้จะต้องถูกเผาไหม้หมดไปก่อน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส โดยไม่เหลือคาร์บอนไว้ และจะต้องไม่มีปฏิกิริยาทางเคมีกับเนื้อสีเมื่อถูกปฏิกิริยาความร้อน

5. ฟิล์มเคลือบผิวหน้า (Covercoat) มีลักษณะเป็นของเหลวชั้น ๆ มีหลายสี เช่น สี ชมพู ฟ้า เหลือง ใช้เป็นฟิล์มเคลือบผิวหน้าของรูปลอกหลังจากพิมพ์สีเรียบร้อยแล้ว ลักษณะของฟิล์มเคลือบผิวหน้าก็จะต้องไม่ละลายน้ำเช่นเดียวกันและต้องไม่บางยึดจนเสียรูปร่างได้ง่าย ตัวฟิล์มนี้จะทำหน้าที่ยึดเนื้อสีให้คงรูปร่างของลวดลายหรือตำแหน่งของลวดลายไว้ โดยฟิล์มนี้จะติดเป็นเนื้อเดียวกับสี เพื่อให้สามารถลอกรูปลอกหรือลวดลายที่สกรีนไว้บนกระดาษออกมา เพื่อนำไปติดบนผลิตภัณฑ์ได้ โดยมีลวดลายเหมือนเดิม ฟิล์มเคลือบผิวหน้าเมื่อถูกปฏิกิริยาความร้อนจะต้องมีคุณสมบัติเหมือนตัวประสาน
6. น้ำมันล้าง (Cleaner) ใช้สำหรับล้างอุปกรณ์ในการพิมพ์ ควรใช้น้ำมันล้างชนิดเชื้อเพลิงพลาสติก เช่น Vinylon Cleaner
7. กระดาษรูปลอกน้ำ (Zunical decalcomania Paper) เป็นกระดาษขาวหนาประมาณ 60-80 ปอนด์ ด้านบนที่ใช้งานจะเคลือบผิวไว้จึงมีลักษณะเหนียว (ไม่ควรให้สัมผัสกับสิ่งใด เพราะจะทำให้เป็นรอยได้ง่าย ส่วนด้านล่างเป็นกระดาษที่เคลือบมันไว้ ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการติดกันเพื่อให้สามารถวางซ้อนกันได้ ทั้งก่อนพิมพ์และหลังพิมพ์รูปลอก

ปัจจุบันมีกระดาษรูปลอกชนิดน้ำที่พิมพ์ ฟิล์มเคลือบผิวหน้าไว้ก่อนแล้ว หลังพิมพ์สีนำไปใช้ได้ทันที โดยไม่ต้องเคลือบผิวกับเนื้อสี กระดาษชนิดนี้เรียกกันว่า กระดาษแก้ว (Chemical Unical) กระดาษชนิดนี้เหมาะกับลวดลายที่มีเส้นกว้าง หรือเส้นทึบหรือพื้นที่กว้าง ๆ เพราะขณะทำการเผาฟิล์มที่เคลือบไว้ได้เนื้อสีจะต้องสลายตัวออก ถ้าไม่สามารถสลายตัวได้ง่ายก็จะดึงเนื้อสีขาดออกจากกัน หรือทำให้สีปูดพองได้

8. อุปกรณ์อื่น ๆ

- 8.1 เต้าเผา ควรเป็นเต้าเผาไฟฟ้า หรือ เต้าแก๊ส เผาแบบออกซิเดชั่น
- 8.2 เครื่องชั่ง
- 8.3 โกร่งบดสี
- 8.4 ไม้ปาดสกรีน
- 8.5 ฐานยึดตะแกรงไหม
- 8.6 ยางติดรูปลอก
- 8.7 สถานที่ทำงานควรเป็นห้องที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเมื่อต้องการผลิตเป็นอุตสาหกรรม

วิธีผลิตรูปลอกสีบนเคลือบ

1. การเตรียมตะแกรงไหม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.1 เฟรมตะแกรงใหม่สำหรับพิมพ์ลวดลายใช้ถ่ายฟิล์มจากต้นแบบที่เป็นภาพเหมือนจริง (Positive) และระวังอย่างมากสำหรับภาพโทนกึ่งต่อเนื่องที่เกิดจากเม็ดสกรีนจากฟิล์มต้นแบบ ช่องว่างเล็ก ๆ ของผ้าไหม เมื่อวางซ้อนกันในบางมุมสามารถเกิดโทนที่ไม่ต้องการได้
- 1.2 เฟรมตะแกรงใหม่สำหรับพิมพ์เคลือบผิวหน้า ให้ถ่ายจากต้นแบบที่มีเส้นรอบภาพที่ใหญ่กว่าเส้นรอบของลวดลายที่ต้องการ ประมาณด้านละ 3 มิลลิเมตร และควรมีแนวขอบให้ขนานไปกับเส้นรอบภาพไปทุกส่วน เพื่อให้เป็นฟิล์มที่สามารถติดได้แน่นและไม่ยุบเมื่อติดบนผิวโค้ง

2. การพิมพ์รูปลอก

- 2.1 ยึดตะแกรงใหม่ให้แน่นกับฐานพิมพ์พร้อมทั้งตำแหน่งกระดาษรูปลอกที่จะใช้พิมพ์
- 2.2 ใส่กระดาษรูปลอกน้ำในตำแหน่งที่ตั้งไว้ โดยให้ด้านบนเป็นด้านที่มีกาวเหนียวเคลือบอยู่
- 2.3 เตรียมส่วนผสมของสีในอัตราส่วนประมาณ ดังนี้

สีบนเคลือบ + น้ำมันประสาน	
60-70	30-40

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสีแต่ละสี และแหล่งของน้ำมันประสาน โดยผสมให้เข้ากัน จะมีสภาพเป็นครีมข้นเหนียว
- 2.4 ในส่วนผสมของสีลงในตะแกรงใหม่ แล้วปาดสกรีนให้สีผ่านลงไปยังกระดาษรูปลอก แล้วยกตะแกรงใหม่ขึ้นทันที อย่างปล่อยทิ้งไว้เพราะถ้ายกช้าจะเกิดคราบสีที่รูปลอก
- 2.5 นำรูปลอกไปผึ่งแล้วจึงนำมาปาดสกรีนสีที่สอง แล้วผึ่งให้แห้งและนำมาปาดสกรีนสีอื่นต่อไป โดยต้องรอให้แต่ละสีแห้งเสียก่อน
- 2.6 นำรูปลอกที่แห้งแล้วมาปาดน้ำยาเคลือบผิวหน้า แล้วนำไปผึ่งให้แห้งเช่นกันก็จะได้รูปลอกน้ำสีบนเคลือบ

3. การติดรูปลอก

- 3.1 ทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ที่จะติดรูปลอก
- 3.2 ตัดรูปลอกออกเป็นแผ่น ๆ จากแผ่นใหญ่
- 3.3 นำรูปลอกไปแช่น้ำ ซึ่งเมื่อโดนน้ำรูปลอกจะม้วนตัวเข้าหากันทันทีแล้วทิ้งไว้ประมาณ 30-45 วินาที กระดาษรูปลอกจะคลายตัวออก เนื่องจากอิมมersion แล้ว
- 3.4 ยกกระดาษรูปลอกขึ้นวางบนชิ้นงาน ใช้นิ้วชี้มือซ้ายยกฟิล์มรูปลอกออกนิดหน่อย แล้วกดไว้ให้แน่นกับผิวเคลือบ มือขวาที่ถือรูปลอกกระดาษอยู่นั้นให้ดึงกระดาษโดยวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลื่อน หรือสไลด์เฉพาะกระดาษออกมาทางขวามือและทิ้งไป ฟิล์มรูปลอกก็จะติดอยู่บนผลิตภัณฑ์

3.5 ใช้นิ้วมือทั้งสองข้างปรับตำแหน่งรูปลอกให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ในช่วงนี้จะมีน้ำและฟองอากาศอยู่ใต้แผ่นฟิล์มรูปลอกเป็นตัวช่วยหล่อลื่น

3.6 เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้วใช้ยางติดรูปลอกทำการปาดไล่น้ำและฟองอากาศที่ค้างอยู่ใต้ฟิล์มรูปลอกออกให้หมด เพื่อให้รูปลอกติดแน่นกับผิวเคลือบของผลิตภัณฑ์หากมีน้ำหรือฟองอากาศเหลืออยู่เมื่อรูปลอกแห้งจะเกิดเป็นฟองอากาศและหลุดร่อนออกเมื่อผ่านการเผา

3.7 เมื่อรูปลอกแห้งแล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 700-900 องศาเซลเซียส เพื่อให้ความร้อนเผาไหม้ตัวประสานและฟิล์มเคลือบผิวหน้าให้หมดไป และสีหลอมละลายติดอยู่บนผิวเคลือบของผลิตภัณฑ์ ก็จะได้ลวดลายปรากฏอยู่บนผลิตภัณฑ์ตามต้องการ

การผลิตรูปลอกสีในเคลือบ

รูปลอกสีในเคลือบ (Inglaze Decal) นี้เป็นรูปลอกที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้งานล่าสุด โดยการใช้สีในเคลือบเป็นวัตถุดิบในการผลิต วนวิธีการผลิตนั้นใช้ระบบรูปลอกน้ำ เช่นเดียวกับรูปลอกสีบนเคลือบ

รูปลอกสีในเคลือบเป็นรูปลอกที่พัฒนาขึ้นมา เพื่อแก้ไขปัญหาสีซีดจางและสีที่จำกัดเพียงไม่กี่สีของสีใต้เคลือบเนื่องจากต้องเผาเคลือบที่อุณหภูมิสูงและเป็นการแก้ปัญหาความรุนแรงของสีและอันตรายเกี่ยวกับการละลายของตะกั่ว บอแรกซ์ และแคดเมียมของสีบนเคลือบ จึงได้มีการสร้างสีในเคลือบขึ้นมาใช้ สีชนิดนี้เกิดจากการผสมกันระหว่าง Stain + Frit ในอัตราส่วนโดยประมาณ 70 : 30 และอุณหภูมิการเผา เผาได้ตั้งแต่ 1100-1230 องศาเซลเซียส รูปลอกสีในเคลือบนี้จะติดบนผิวเคลือบแต่หลังจากการเผาสีจะจมตัวสู่ชั้นของน้ำเคลือบจึงจำเป็นต้องเลือกใช้น้ำเคลือบที่มีความหนืดพอประมาณที่จะไม่ทำให้สีของรูปลอกเลอะเลือนออกไป

การผลิตรูปลอกชนิดนี้มีวิธีการและวัสดุเครื่องมือเช่นเดียวกับการผลิตสีบนเคลือบ จะแตกต่างกันเพียง 2 ประการคือ

1. เนื้อสีที่ใช้ ให้ใช้สีในเคลือบแทนสีบนเคลือบ
2. วิธีการติดรูปลอก รูปลอกชนิดนี้มีการติดได้ 2 วิธีคือ

2.1 ติดบนผิวเคลือบที่ผ่านการเผาเคลือบมาแล้ว โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่ชุบเคลือบแล้วไปเผาเคลือบให้สุกตัวที่อุณหภูมิสูง แล้วนำมาติดรูปลอกสีในเคลือบแล้วเข้าเผาซ้ำที่อุณหภูมิ 1100-1230 องศาเซลเซียส

2.2 ตีตบนิ้วเคลือบที่ยังไม่ผ่านการเผา โดยการนำผลิตภัณฑ์มาชุบเคลือบ เมื่อแห้งแล้ว ให้เคลือบผิวหน้าเคลือบนั้นด้วยสารละลายของ Methylcellulose / Methocell / Tylose 25 ประมาณ 2-4 % (โดยขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเคลือบ และความชื้นของบรรยากาศ) เพื่อให้ผิวเคลือบมีความมัน แข็ง ไม่ดูดซึมน้ำอีก จะได้สะดวกขณะทำการตีรูปลอก น้ำ เพราะขณะทำการตีจำเป็นต้องมีการปรับ ชยับตำแหน่งให้ถูกต้อง และการไล่ฟอง อากาศน้ำให้หมดไปแต่ถ้าน้ำเคลือบยังสามารถดูดซึมน้ำได้ก็จะไม่สามารถชยับรูป ลอกได้ เมื่อแห้งแล้ว นำไปเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส

การออกแบบรูปลอกเซรามิกส์

ในการผลิตรูปลอกเซรามิกส์นั้น สิ่งสำคัญเบื้องต้นคือ การออกแบบลวดลายของรูปลอก จะต้องสอดคล้องเข้ากันได้กับผลิตภัณฑ์ และไม่ก่อให้เกิดปัญหาขึ้นเมื่อทำการตีรูปลอก ดังนั้น การผลิตรูปลอกเซรามิกส์ จึงมีหลักในการออกแบบดังนี้

1. ลวดลายจะต้องเหมาะสมกับรูปร่างของผลิตภัณฑ์
2. การเตรียมต้นแบบของลวดลาย จะต้องมีความเหมาะสมกับระยะของสภาพของเนื้อดินที่จะทำการตีรูปลอก และเหมาะสมกับชนิดของรูปลอกดังนี้คือ

2.1 รูปลอกได้สีเคลือบ จะต้องวัดขนาดของเนื้อที่ที่จะตีรูปลอกในขณะที่เป็นดินดิบ สำหรับการตีตบผลิตภัณฑ์ที่เป็นดินดิบ

2.2 รูปลอกสีได้เคลือบ จะต้องวัดขนาดของเนื้อที่ที่จะตีรูปลอกในขณะที่ผลิตภัณฑ์นั้น ผ่านการเผาดิบเรียบร้อยแล้ว สำหรับการตีตบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบ

2.3 รูปลอกสีบนเคลือบ จะต้องวัดขนาดของเนื้อที่ที่จะตีรูปลอกในขณะที่ผลิตภัณฑ์นั้น ผ่านการเผาเคลือบเรียบร้อยแล้ว

2.4 รูปลอกสีในเคลือบ จะต้องวัดขนาดของเนื้อที่ที่จะตีรูปลอกในขณะที่เป็นดินดิบหรือ เผาดิบแล้ว สำหรับการตีตบนิ้วเคลือบที่ยังไม่ผ่านการเผา

2.5 รูปลอกสีบนเคลือบ จะต้องวัดขนาดของเนื้อที่ที่จะตีรูปลอกในขณะที่ผลิตภัณฑ์นั้น ผ่านการเผาเคลือบเรียบร้อยแล้ว สำหรับการตีตบนิ้วเคลือบที่ผ่านการเผาเคลือบแล้ว

สาเหตุที่ต้องทำการวัดขนาดของผลิตภัณฑ์ตามสภาพของเนื้อดิน เนื่องจากผลิตภัณฑ์จะมีการหดตัวในทุกขั้นตอนของการผลิต เพื่อให้ได้ขนาดของรูปลอกที่มีความเหมาะสมกับตัวผลิตภัณฑ์ หลังจากเผาเสร็จในขั้นตอนสุดท้าย และเพื่อมิให้เกิดปัญหาขนาดของ รูปลอกใหญ่เกินขนาดของผลิตภัณฑ์

3. รูปลอกที่จำเป็นต้องตี บริเวณผิวโค้งทรงกลม ควรมีส่วนของลวดลายที่เป็นริ้ว หรือ เป็นแฉก

ให้มาก เพื่อให้รูปลอกสามารถขยายตัวได้ในขณะทำการตี หรือ ไม่เกิดรอยย่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การออกแบบกรอบสำหรับพิมพ์ฟิล์มเคลือบผิวหน้า ควรเป็นรูปที่มีเส้นรอบนอกขนานไปกับเส้นของตัวลาย โดยมีระยะห่างจากตัวลายประมาณ 2-4 มิลลิเมตร
5. การเตรียมต้นแบบ (Art Work) ควรเตรียมบนกระดาษขาว หรือกระดาษเซมิเคลียร์ฟิล์ม แล้วกระบวนการถ่ายภาพทางการพิมพ์ช่วย เพื่อให้ได้ต้นแบบสำหรับการนำไปอัดซิลด์สกรีนที่มีความคมชัด
6. เมื่อใช้ภาพถ่ายจากของจริง (ภาพสี) เป็นต้นแบบจำเป็นต้องใช้ฟิลเตอร์แยกสีเข้าช่วยอย่างน้อยควรแยกเป็น 4 สี คือ เหลือง น้ำเงิน แดง เทาหรือดำ โดยทำเป็นต้นแบบด้วยฟิล์มลิทอนิดโทนนิ่งต่อเนื่อง
7. การผลิตรูปลอกเซรามิกส์เชิงอุตสาหกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้กระบวนการถ่ายภาพทางการพิมพ์เข้าช่วยในการเตรียมต้นแบบให้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่มีสีเดียวแต่น้ำหนักของสีไม่เท่ากัน ไม่ควรใช้ตะแกรงไหมกรอบเดียวควรจะทำการถ่ายต้นแบบแยกเป็นหลาย ๆ กรอบเพื่อแยกโทนน้ำหนักของสี ตั้งแต่โทนเบา โทนกลาง โทนเข้ม และโทนลายเส้นเข้าผสมกัน เพื่อจะได้ภาพที่สวยงาม และมองไม่ออกว่าผลิตมาจากรูปลอก การกระทำเช่นนี้ถือเป็นเทคโนโลยีสูงสุดที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยระบบ Mass Production ดูเหมือนกับการผลิตด้วยระบบ Handmade (Hand Printing)

วิเคราะห์และสรุปกรรมวิธีการตกแต่งเครื่องเคลือบดินเผา

เงื่อนไขในการพิจารณา	การตกแต่งก่อนการเผา		การตกแต่งหลังการเผา		
	ตกแต่งลาย ลงบนต้นแบบ	ตกแต่งลายลง บนเนื้อดิน	ก่อน เคลือบ	ด้วย เคลือบ	หลัง เคลือบ
1 ความหลากหลายในการเลือกสีพื้น	-	-	3	3	3
2 ความสะดวก รวดเร็วในการผลิต	3	1	1	3	3
3 ต้นทุนต่ำ	3	1	2	2	3
4 ความหลากหลายในการตกแต่ง	2	3	1	3	1
5 ลดขั้นตอนในการผลิต	3	1	1	2	3
6 ความคงทนของลวดลาย	3	3	3	3	2
7 ความเด่นชัดของลวดลาย	3	3	2	3	1
รวม	17	12	13	19	16

สรุป การวิเคราะห์กรรมวิธีการตกแต่งที่เลือกนำมาใช้การออกแบบ

- 1 การตกแต่งก่อนการเผา ด้วยการตกแต่งลวดลายลงบนต้นแบบ
- 2 การตกแต่งหลังการเผา ด้วยการตกแต่งด้วยเคลือบขาวด้าน โดยพิจารณาจากความเหมาะสมในการเลือกใช้เนื้อดิน อุณหภูมิในการเผา
- 3 การตกแต่งหลังเคลือบด้วยรูปลอกสำหรับนำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปภาพและตัวอักษรประกอบ

2.9.3 ข้อมูลด้านการผลิต

การผลิตเครื่องปั้นดินเผา (Forming Process)

กรรมวิธีผลิตหรือการขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผา นับว่ามีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งผู้ผลิตต้องมีความชำนาญ มีความรู้ความเข้าใจตลอดจนเทคนิคต่างๆ อย่างพอเพียง แต่ละแบบแต่ละชนิด รวมไปถึงอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่ช่วยในการผลิต ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน กล่าวคือ

1. วิธีขึ้นรูปแบบวิธีกด (Press method)
2. วิธีขึ้นรูปแบบรีด (Extrusion method)
3. วิธีขึ้นรูปทรงต่างๆ (Shaping method)
4. วิธีขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ (Casting method)

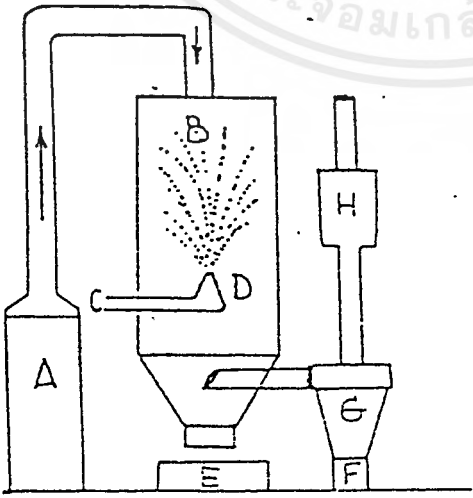
1. วิธีขึ้นรูปด้วยวิธีกด (Press method)

การผลิตด้วยวิธีนี้ต้องอาศัยเครื่องมือที่มีแรงกดดัน และน้ำหนักมาก ได้แก่ เครื่องกดอัตโนมัติ ไฮดรอลิก (Automatic Hydraulic press) มีทั้งชนิดอัตโนมัติ และแบบธรรมดาที่กำลังคนช่วยอัตโนมัติ โดยเฉพาะวัตถุดิบที่เตรียมนำมาใช้ในการผลิตมีลักษณะเป็นผง หรือเป็นฝุ่น (Dry press or Semi-wet press) ซึ่งอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ผสมอยู่ในราวประมาณ 5-16% (ไม่สามารถนวดเป็นก้อนได้) ต้องอาศัยแรงอัดจึงจะเกาะเป็นรูปได้ แม่พิมพ์จะต้องสร้างด้วยเหล็กแข็ง (Steel mold) การออกแบบผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ต้องเป็นแท่งตันเป็นเหลี่ยม ไม่มีส่วนเว้าและส่วนโค้งมาก จะทำให้ถอดพิมพ์ไม่ออก ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ ได้แก่ กระเบื้องฝาผนัง กระเบื้องปูพื้น อุปกรณ์ไฟฟ้า (Low voltage Insulators) กระเบื้องมุงหลังคา (Roofing Tiles) กระเบื้องโมเสคประเภทอิฐต่างๆ เช่นอิฐประดับหรือตกแต่ง อาจจะใช้เคลือบสีสรรคให้สวยงาม กรรมวิธีผลิตแบบนี้นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมสามารถผลิตได้ปริมาณมาก และมีความมาตรฐานการลงทุนอุปกรณ์เครื่องมือค่อนข้างสูง

- A ลมร้อน
- B ถังลมร้อน
- C น้ำสลิบ
- D หัวพ่นสลิบ
- E ดินตกเป็นนอง
- G ดินแห้งเป็นผงละเอียด
- H ผุ่นละเอียด



ภาพแสดงเครื่องมือการเตรียมดินให้เป็นผง (Spray dryer) ชนิดหนึ่ง



- A ลมร้อน
- B ถังลมร้อน
- C น้ำสลิบ
- D หัวพ่นสลิบ
- E ดินตกเป็นผง
- G ดินแห้งเป็นผงละเอียด
- H ผุ่นละเอียด

ภาพแสดงเครื่องมืออัดที่เกิดในลักษณะทางเดียว หรือสองทาง การอัดด้วยวิธีสองทางแล้วใช้น้ำมันในการหล่อลื่นผลม จะทำให้การอัดมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น

2. การขึ้นรูปด้วยวิธีรีดดิน (Extrusion method)

ดินที่นำมาใช้มีลักษณะเป็นก้อน และไม่แข็งมากนัก วิธีเตรียมดินโดยผ่านเครื่องอัดดิน (Filter Press) หรืออ่างกรองดิน แล้วนำไปเข้าเครื่องรีดดินตามรูปแบบที่ต้องการ เช่นเป็นแท่งโปรง เป็นท่อขนาดต่างๆ กลม เหลี่ยม ตามหัวแบบ (Die) เครื่องรีดดินโดยทั่วไปมี 2 แบบ

1. แบบที่ใช้ความดันของลมอัดในการรีดดิน (Piston Extrusion) เนื้อดินที่ใช้รีดต้องมีความละเอียดมาก ส่วนใหญ่นิยมใช้ผลิตท่อร้อยสาย อุปกรณ์ไฟฟ้า (Electronic) ต่างๆ เป็นต้น

2. แบบสว่าน (Augers) เหมือนกับ Pug mill แต่เป็นเครื่องมือรีดดินขนาดใหญ่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถผลิตได้ในปริมาณมาก (Mass product) ความเร็วรอบประมาณ 20-25 R.P.M. เช่น อิฐทนไฟชนิดเนื้อดินมีความเหนียวมาก การผลิตอิฐโปรงที่กำลังเป็นที่นิยมในการก่อสร้าง

3. วิธีขึ้นรูปทรงต่างๆ (Shaping method)

หมายถึง การขึ้นรูปโดยวิธีใช้มือ (Hand Forming) และเป็นที่ยอมรับส่วนใหญ่ในโรงเรียน ได้แบ่งวิธีขึ้นรูปหลายวิธีด้วยกัน กล่าวคือ

- การขึ้นรูปแบบอิสระ (Free form method)
- การขึ้นรูปแบบแผ่น (Coil method)
- การขึ้นรูปแบบชด (Slab method)
- การขึ้นรูปแบบปั้นหมุน (Throwing method)
- การขึ้นรูปแบบไบมิด (Jigger method)
- การขึ้นรูปแบบใช้พิมพ์กด (Hand press method)

3.1 การขึ้นรูปแบบอิสระ (Free form method)

การขึ้นรูปแบบอิสระ เป็นแบบที่ง่ายและสะดวกมาก เหมาะสมอย่างยิ่ง วิธีหรือหลักการเบื้องต้นในการขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผาจะเป็นการเปิดโอกาสให้สร้างสรรค์งานตามที่ตนถนัด โดยอาศัยเครื่องมือเพียงเล็กน้อย วิธีขึ้นรูปแบบอิสระมีอยู่ 2 วิธีด้วยกัน กล่าวคือ

ก. เมื่อนวดดินได้ที่แล้ว ทำดินเป็นก้อนกลม มีขนาดโตตามความเหมาะสมแล้วใช้หัวแม่มือบีบดินกดดินให้เป็นรูปทรงตามต้องการ และพยายามบีบให้ความหนาใกล้เคียงกันแล้วใช้เครื่องมือชูดกแต่งให้เรียบร้อย ส่วนไหนจะทำหูจับหรือส่วนประกอบอื่นๆ ควรรอให้ดินหมาดเสียก่อน เพราะจะช่วยให้การทรงตัวได้ดี เสร็จแล้วปล่อยให้แห้งตามหลักวิธีการ แล้วจึงตกแต่งให้เรียบร้อย

ข. นำดินที่นวดได้ที่แล้วโดยทำเป็นก้อนกลม เหลี่ยม รูปทรงกระบอกตามที่เห็นสวยงาม แล้วใช้เครื่องมือขูดเจาะให้กลวงมีความหนาใกล้เคียงกัน ปล่อยให้แห้งแล้วตกแต่งให้เรียบร้อย ควรแนะนำให้ผู้จัดการทำขาหรือกัน เพื่อสะดวกเวลาทำไปเคลือบ จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ไม่ติดกับชั้นวาง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเรียบร้อย สวยงามดีขึ้น

3.2 การขึ้นรูปแบบขด (Coil method)

การขึ้นรูปแบบนี้เป็นที่นิยมกันแพร่หลายเช่นกัน สามารถขึ้นรูปตั้งแต่ชิ้นงานขนาดเล็กจนถึงโถงน้ำ ขนาดใหญ่ มนุษย์เราได้รู้จักวิธีทำแบบนี้กันมานานแล้ว วิธีขึ้นรูปในขั้นแรกหุบดินบีบดินให้เป็นแผ่น ใช้เครื่องมือตัดให้เป็นแผ่นกลมหรือสี่เหลี่ยมตามต้องการ แล้วคลึงดินให้เป็นเส้นกลมยาว มีขนาดเล็กหรือโตตามความเหมาะสมของภาชนะที่ปั้น นำไปขดบนแผ่นที่เตรียมไว้โดยใช้น้ำดินประสานรอยต่อใช้มือบีบหรือกดดินให้เข้ากันแน่นสนิท ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนสูงพอกับความต้องการ แล้วแต่งผิวให้เรียบแล้วปล่อยให้แห้ง ถ้าเป็นภาชนะขนาดใหญ่ควรปล่อยให้แห้งอย่างช้าๆ มิฉะนั้นจะแตกง่ายได้ง่าย

ในการขึ้นรูปทรงกลม จะเป็นแจกันหรือภาชนะต่างๆ ควรแนะนำให้ผู้จักวิธีการสร้างแบบ (template) เป็นเครื่องมือช่วยตรวจสอบให้รูปทรงกลมตามต้องการ ในขั้นแรกควรออกแบบผลิตภัณฑ์และรูปทรงโดยใช้กระดาษแข็งหรือแผ่นโลหะบางๆ ใช้มีดหรือกรรไกรตัดตามแบบรูปที่ออกแบบไว้ ก็จะได้แบบ (Template) ตามต้องการ แล้วนำไปใช้ประกอบกัน

3.3 การขึ้นรูปทรงแบบแผ่น (Slab method)

การขึ้นรูปทรงแบบแผ่น เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมีลักษณะเป็นเหลี่ยมหรือรูปทรงแปลกๆ วิธีทำในขั้นแรกใช้เครื่องมือลูกกลิ้งรีดดินให้เป็นแผ่นบนแผ่นปูนพลาสติกหรือแผ่นไม้อัดที่มีผ้าใบหุ้ม ความหนาของแผ่นที่รีดขึ้นอยู่กับภาชนะที่จะทำ แล้วใช้เครื่องมือตัดดินตามรูปแบบที่ต้องการ แล้วนำไปประกอบกันเข้า โดยรอให้ดินหมาดๆ เสียก่อน ใช้สลิปเป็นตัวประสานรอยต่อ ในขณะที่ขึ้นรูปทรงดินอาจจะยังไม่ทรงตัวดี ควรใช้เศษดินค้ำยันรอให้ทรงตัวได้ดีเสียก่อนจึงค่อยนำออก

โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมหรือกลม เวลาฝั่งให้แห้งควรคว่ำไว้บนแผ่นปูนพลาสติก เพื่อป้องกันการบิดเบี้ยว แต่ถ้าภาชนะมีฝาควรประกบกัน ถ้าแยกออกจากกันแล้ว เมื่อดินหดตัวทำให้บิดเบี้ยวได้ง่าย

3.4 การขึ้นรูปแบบปั้นหมุน (Throwing methods)

การขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน เป็นการขึ้นรูปแบบกลมโดยอาศัยเครื่องมือปั้นหมุนในสมัยโบราณเป็นชนิดปั้นหมุนใช้แรงคนถีบ (Kick wheel) แต่ต่อมาได้วิวัฒนาการ ใช้กำลังไฟฟ้า (Electric wheel) ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

wheel) มีทั้งชนิดแบบยืน แบบนั่ง ความเร็วที่ใช้ 2-3 จังหวะ ความเร็วรอบของแป้นหมุนที่เป็นมาตรฐานประมาณ 80 รอบต่อนาที โดยเฉพาะดินที่นำมาปั้นต้องเป็นดินชนิดที่มีความเหนียวจึงจะช่วยให้การขึ้นรูปได้ผลดี การขึ้นรูปแบบแป้นหมุนต้องอาศัยการฝึกฝนและทักษะพอสมควร จึงจะสามารถขึ้นรูปได้ดี

3.5 การขึ้นรูปแบบใช้ใบมีด (Jigger)

การขึ้นรูปแบบใบมีด เป็นการผลิตแบบมาตรฐานและสามารถผลิตได้จำนวนมากรวดเร็ว ส่วนใหญ่ได้แก่ จาน ชาม ถ้วย วิธีผลิตอาศัยพิมพ์ (mold) และใบมีดตามลักษณะรูปร่างของผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีผลิตอาศัยแป้นหมุนที่มีความเร็วสูง (120 รอบต่อนาที) มีแกนสำหรับใส่ใบมีด พิมพ์ที่เป็นแบบทำด้วยปูนปลาสเตอร์มีทั้งชนิดแบบภายนอก(outside) เช่น ประเภท จาน แบบภายใน (inside) เช่น ประเภทถ้วย เป็นต้น ใบมีดสร้างด้วยเหล็กแข็ง ใช้ขีดดินตามรูปร่างของพิมพ์ วิธีการขึ้นรูปถ้าเป็นการขึ้นรูปแบบภายนอก (outside) เตรียมดินเป็นแผ่นแล้วอัดไปบนแบบพิมพ์ เมื่อเวลาหมุนใบมีดจะทำหน้าที่ขีดไปตามรูปร่างของแบบพิมพ์ วิธีการขึ้นรูปแบบภายใน (inside) เตรียมเป็นก้อนกลม แล้วอัดลงไปบนแบบพิมพ์ที่เตรียมไว้ใช้ใบมีดกดลงไปบนแบบในขณะที่หมุนดินจะถูกอัดตามแบบ ก็จะได้ด้วยตามต้องการ

ในการขึ้นรูปแบบจิกเกอร์ควรใช้น้ำเข้าร่วมในการทำด้วย เพราะจะช่วยทำให้ผิวของดินเรียบ ร้อยดี พิมพ์ที่ใช้ในการผลิตแบบใบมีด ควรมีหลายพิมพ์และจำนวนมากเพียงพอ และพิมพ์ควรแห้งสนิท แม่พิมพ์ (Master mold) ที่ใช้ในการผลิตพิมพ์สร้างด้วยปูนปลาสเตอร์เช่นเดียวกัน เว้นแต่ว่าแม่พิมพ์ (Master mold) ไม่ต้องการให้ดูน้ำ ทาด้วยแล็คเกอร์ หรือแอลกอฮอล์เพื่อช่วยในการผลิตพิมพ์ได้รวดเร็วขึ้น

กระบวนการขึ้นรูปด้วยใบมีดแบบภายนอก (outside) ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นจานปากกว้าง ท้องไม่ลึกมากนัก

การขึ้นรูปด้วยใบมีดแบบภายใน (Inside) ผลิตภัณฑ์เป็นถ้วยปากไม่กว้างมากนักแต่ท้องลึก บางทีออกแบบเป็นกลีบบัวภายนอกก็มี ซึ่งทั้งนี้แล้วแต่ผู้นิยม ชาวจีนนิยมสร้างพิมพ์จากดินที่เผาดิบแล้วไว้ฝั่งผลิตภัณฑ์ไม่ให้บิดเบี้ยว ซึ่งนับว่าได้ผลดีเหมือนกัน

3.6 การขึ้นรูปแบบใช้พิมพ์กด (Hand Pressing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขึ้นรูปแบบพิมพ์กด ชนิดใช้มือกดต้องอาศัยพิมพ์ชนิดที่ทำด้วยปูนปลาสเตอร์แบบชิ้นเดียวหรือแบบสองชิ้น (One-Two piece mole) ดินที่นำมาใช้ในการกดพิมพ์ นวดเป็นแผ่นและใช้เครื่องมือตัดตามรูปร่างของแบบที่จะพิมพ์ แล้วนำไปกดในพิมพ์ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งก็จะได้แบบพิมพ์ตามต้องการ

พิมพ์แบบชนิดสองชิ้น ใช้วิธีเดียวกันแต่เมื่อดินร้อนออกจากแบบเรียบร้อยแล้ว นำไปประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้สลิปเป็นตัวประสาน ก็จะได้รูปทรงตามต้องการ พิมพ์ที่ใช้ในการกดพิมพ์ควรตากให้แห้งสนิท จะช่วยให้สะดวกในการกดพิมพ์ การทำความสะอาดพิมพ์ควรใช้ฟองน้ำเช็ด ห้ามนำมิดหรือเครื่องมือไปขูดออก จะทำให้แม่พิมพ์เป็นรอยเสียหายได้ง่าย

4. วิธีขึ้นรูปแบบวิธีหล่อ (Casting)

การหล่อสลิปแตกต่างจากที่กล่าวมาแล้วในหลายวิธี อาศัยพิมพ์ซึ่งทำด้วยปูนปลาสเตอร์ (Plaster mold) เป็นหลักและเป็นตัวดูดน้ำในสลิปให้แห้งและคงรูปตามแบบพิมพ์ การผลิตด้วยวิธีหล่อสลิปนี้ สามารถผลิตงานเหมือนกัน เท่ากัน แบบพิมพ์ชิ้นหนึ่ง ๆ ในวันหนึ่งอาจผลิตให้ไม่มากนัก เนื่องจากพิมพ์มีความชื้นมากจากการหล่อ การหล่อสลิปในระยะแรก ๆ อัตราการดูดซึมน้ำได้รวดเร็ว แต่ในระยะหลังอัตราการดูดน้ำจะช้าลงตามลำดับ

การหล่อสลิปที่นิยมทำกันมี 2 วิธี คือ

1. การหล่อสลิปแบบกลวง (Drain Casting) หมายถึง การหล่อเมื่อได้ความหนาพอสมควรของผลิตภัณฑ์ก็เทน้ำสลิปออกจากพิมพ์ เทคนิคในการเทสลิปต้องค่อยๆ เทและคว่ำไว้จนหมดในแบบ มิฉะนั้นจะทำให้ผิวภายในขรุขระ พิมพ์ที่ใช้อาจจะเป็นพิมพ์ขึ้นเดียว หรือหลายๆ ชิ้นก็ได้

2. การหล่อสลิปแบบตัน (Solid Casting) หมายถึง การหล่อสลิปลงในพิมพ์ให้เป็นแท่งตัน ข้อแตกต่างกันก็คือ จะต้องทำแบบพิมพ์ไม่เหมือนกันกับแบบกลวง พิมพ์แบบนี้จำกัดความหนาของผลิตภัณฑ์ นิยมใช้ในการหล่อจานแปล เครื่องสุญญากาศต่างๆ

พิมพ์ที่ใช้ในการหล่อสลิป ควรตากให้แห้งสนิท ช่วยในการดูดซึมน้ำได้ดี ผลิตภัณฑ์ที่จะนำออกจากแบบพิมพ์ ข้อสังเกตที่ปากพิมพ์ดินจะร้อนออกโดยรอบ ใช้ค้อนบางเคาะบางๆ ก็ได้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ร้อนออกได้ดี

* เครื่องหล่อตันใช้ความดันสูง (HIGH PRESSURE SOLID CASTING) เป็นเครื่องมือที่ทางบริษัทคอมปาวด์เคลย์มีจำหน่าย เครื่องสามารถหล่อชิ้นงานตันในรูปแบบต่างๆ โดยทำให้ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัณฑ์ทั้งก่อนและหลังเผามีความแข็งแรง , คงรูป และทรงตัวได้ดี มีการตกแต่งชิ้นงานน้อยมาก
เหมาะกับการขึ้นรูปชิ้นงานที่มีความบาง ลักษณะรูปทรงพิเศษที่ไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีอื่นได้

* การเตรียมน้ำดินคอมพาวด์เคลย์สำหรับการหล่อแบบ

1.เตรียมดินคอมพาวด์เคลย์ 100 กก. หรือ 2 ถุง (มีน้ำอยู่ในดินประมาณ 20%)
2.กวนน้ำ 14-17 กก. กับสารละลายโซเดียมซิลิเกตที่เตรียมเอาไว้ให้เข้ากันดี นำมาผสมกับดิน
ที่เตรียมไว้ กวนให้เนื้อดินละลายจนหมด

3.ตรวจสอบ ถพ.น้ำดิน ให้อยู่ในช่วง 1.70 - 1.80

4.ตรวจดูความหนืดว่าสามารถที่จะใช้หล่อได้หรือไม่ ถ้ารู้สึกว่าหนืดมากเกินไป ให้เติมสาร
ละลายโซเดียมซิลิเกตได้อีก จนถึงปริมาณมากที่สุดที่กำหนดไว้ในตาราง แต่ถ้า ถพ.น้ำดินเกิน 1.80
ให้พิจารณาเติมน้ำเพียงอย่างเดียวก่อน จากนั้นจึงปรับความหนืดของน้ำดินอีกครั้งหนึ่ง ความ
หนืดที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 2 - 4 พอยส์

5.เมื่อได้น้ำดิน ถพ. 1.70 - 1.80 และมีสภาพที่เหมาะสมกับการเทแบบแล้ว จึงเทผ่านตะแกรง
80 เมช เพื่อกันเศษดินก้อนเล็กๆไม่ให้ปนกับน้ำดินก่อนการใช้งาน

ตารางการผสมและปริมาณการใช้สารละลายโซเดียมซิลิเกตในดินคอมพาวด์เคลย์
ทุกชนิด

ชนิดโซเดียมซิลิเกต	ความเข้มข้น	อัตราส่วนโซเดียมซิลิเกต ต่อ น้ำ	ปริมาณการใช้ต่อดิน 100 กก.
ความเข้มข้นมาก	59 - 60 โบเม่	2 ต่อ 1	280 - 500 กรัม หรือ 0.28 - 0.50%
ความเข้มข้นน้อย	42 - 43 โบเม่	280 - 600 กรัม	หรือ 0.28 - 0.60%

หมายเหตุ ควรใช้สารละลายโซเดียมซิลิเกตในปริมาณที่น้อยก่อน เมื่อปรับถพ.น้ำดินได้แล้ว
จึงมาปรับปริมาณสารละลายโซเดียมซิลิเกตอีกครั้งหนึ่ง มิฉะนั้นน้ำดินจะตกตะกอนเพราะปริมาณ
โซเดียมซิลิเกตมากเกินไป

*การเทแบบ

การเทน้ำดินลงในแบบต้องทำให้น้ำดินต่อเนื่องกันสม่ำเสมอ เพื่อจะได้ไม่มีรอยต่อของน้ำดิน
และเทอย่างช้าๆไม่ต้องเร็ว เพราะถ้าเทเร็วจะทำให้เกิดฟองอากาศในน้ำดิน มีผลให้ชิ้นงานแตกใน
ภายหลังได้ เมื่อแบบคูดน้ำดินจนได้ความหนืดตามต้องการแล้ว จึงเทน้ำดินออก รอจนเนื้อดินใน
แบบแห้งหมาดร้อนจากแบบได้จึงค่อยถอดออกจากแบบ

.....

* ข้อมูลจาก เอกสาร ของ บริษัท คอมพาวด์เคลย์ จำกัด

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อดินขึ้นรูปและการเตรียม

เนื้อดินที่ใช้ขึ้นรูปนั้นใช้วัตถุดิบต่างๆผสมกันเพื่อให้เนื้อดินมีความเหนียว พอเหมาะแก่การปั้น มีความแข็งแรง ช่วยเพิ่มหรือลดจุดสุกตัวให้ได้ตามความต้องการ หลักที่ใช้ประกอบด้วยหินฟันม้า ควอทซ์ และดินชนิดต่างๆ เช่น ดินขาว ดินขาวเหนียว เป็นต้น เนื้อดินมี 3 ชนิด แต่ละชนิดเหมาะสำหรับการขึ้นรูปแต่ละวิธี ดังนี้

ดินเหนียว เหมาะสำหรับการขึ้นรูปด้วยวิธีปั้นบนแป้นหมุน ปั้นจิกเกอร์ อัดลงแบบ และปั้นด้วยมือโดยวิธีอิสระ

ดินน้ำหรือน้ำดิน (SLIP) เป็นน้ำดินชั้นๆ เหมาะสำหรับการใช้ขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อสลิป(SLIP CASTING) ในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์

ดินร่วน เหมาะสำหรับอัดลงแบบพิมพ์ที่เป็นโลหะ และใช้แรงอัดสูงเพื่อให้เนื้อดินเกาะตัวกันแน่น

วิธีเตรียมดิน

ดินเหนียว นำน้ำดินที่บดละเอียดแล้วเข้าเครื่องกรองอัด(FILTER PRESS) เพื่อแยกดินกับน้ำ ถ้าไม่มีเครื่องกรองอัดก็อาจใช้วิธีง่ายๆได้โดยการกรองในอ่างปูนปลาสเตอร์ จนน้ำแห้งเหลือเป็นดินเหนียวๆ นำมาผัดหมักไว้เพื่อให้เกิดความเหนียวดีขึ้น ถ้ามีเครื่องนวดดินและเครื่องรีดอัดได้อากาศก็ควรจะใช้ ถ้ามีฟองอากาศอยู่ในเนื้อดินปั้นที่ขึ้นรูปแล้ว เวลาเผาจะทำให้เกิดการแตกร้าวหรือเนื้อดินพูนเกิดความเสียหาย

น้ำดิน (SLIP) ควรตรวจสอบน้ำดินให้มีสภาพพอเหมาะ ถ้าปริมาณน้ำมากเกินไปจะทำให้การหล่อแบบช้าลง ถ้าน้ำน้อยเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แห้งเร็วและแตกง่าย น้ำดินหรือบางที่เรียกว่าน้ำสลิปควรจะมีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.7-1.8 เนื้อดินจะต้องลอยตัวไม่ตกตะกอน ซึ่งจะทำให้ได้โดยใช้สารเคมีประเภท Electrolyte เช่น โซเดียมซัลเฟต หรือโซเดียมคาร์บอเนต เป็นต้น เดิมลงไปตามส่วนที่พอเหมาะ นอกจากจะช่วยให้ดินลอยตัวแล้ว สารเคมีเหล่านี้ยังช่วยให้น้ำดินมีการไหลตัวดีขึ้นด้วย ถ้ามีเครื่องแยกแ้วเหล็ก ควรแยกแ้วเหล็กออกจากเนื้อดินก่อนจะนำมาใช้เพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาวดีขึ้น

ดินร่วน เตรียมโดยวิธีผสมแห้ง(Dry process) คือ ชั่งวัตถุดิบที่เตรียมไว้แห้งดีแล้วผสมกันตามส่วนด้วยเครื่องบดผสม ในระหว่างบดผสมค่อยๆพรมน้ำลงไปทีละน้อยให้ได้ปริมาณน้ำประมาณร้อยละ 5-8 บดผสมให้ความชื้นกระจายทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ

การขึ้นรูป

คือ การปั้นหรือการทำให้เป็นรูปต่างๆตามที่ต้องการ มีวิธีทำได้หลายวิธี

การปั้นบนแป้นหมุน ถ้าปั้นของขนาดเล็กใช้แป้นหมุนไฟฟ้าที่มีความเร็วพอควรได้ ปั้นให้เนื้อ

ดินมีความหนาบางเท่ากันหรือใกล้เคียงกันโดยตลอด ถ้าปากบางกันหนาเกินควรผลิตภัณฑ์ก็จะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตก ถ้าปั้นของใหญ่ เช่น ตุ่มใส่น้ำ ควรใช้แป้งที่หยุ่นช้า เพราะต้องปั้นเนือหนา อาจต้องปั้นทีละ
ตอนหรือปั้นทอนลางก่อนแล้วรอให้เนือดินหมาดแข็งตัวพอทรงตัวได้จึงจะต่อส่วนบนขึ้นไปได้ ใน
ขณะปั้น ชางปั้นมักใช้น้ำช่วยให้ผิวเรียบและปั้นงายขึ้น ถ้าใช้น้ำมากเกินไปจนมีน้ำขังอยู่ในภาชนะ
ที่ปั้น ก็จะทำให้ภาชนะนั้นแตกกัน

การหล่อแบบพิมพ์ แบบพิมพ์ควรทำจากปูนปลาสเตอร์ที่มีคุณภาพด้านการดูดซึ่มได้ดี ถ้า
แบบพิมพ์เก่าหรือขึ้นจะหล่อแบบได้ยาก เมื่อเผาแล้วผลิตภัณฑ์จะมีรอยตะเข็บปรากฏชัดเจน ดัง
นั้นในเรื่องการหล่อแบบพิมพ์นี้ตัวแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์มีความสำคัญยิ่งที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์
ดีหรือมีตำหนิแตกเสียหาย การหล่อต้องใช้ความระมัดระวังให้เนือดินมีความหนาพอเหมาะแก่รูป
แบบและขนาด ถ้าหนาเกินไปทำให้เปลืองเวลาและวัสดุ ชาติความสวยงามและอาจจะร้าวได้ง่าย
บางเกินไปก็จะบิดเบี้ยวง่าย แตกง่าย การเทน้ำดินที่เหลืออกจากแบบพิมพ์ ควรจะเทโดยการ
หมุนแบบให้น้ำดินไหลออกลัสมัดผิวหน้าโดยรอบ หากเทออกโดยเอียงแบบพิมพ์ด้านเดียว ด้านที่
น้ำดินไหลออกจะหนากว่าส่วนอื่นๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาบางไม่เท่ากัน จะเป็นปัญหาใน
กระบวนการขึ้นต่อไป..

การอัดแบบพิมพ์ ถ้าใช้ดินเหนียวอัดในแบบพิมพ์อาจใช้แบบพิมพ์โลหะ แบบพิมพ์ไม้ หรือ
แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ก็ได้ ใช้อัดด้วยแรงคนหรืออัดด้วยเครื่องก็ได้ ควรจะเตรียมดินให้มีขนาด
รูปแบบ ปริมาณ พอเหมาะแก่แบบที่จะอัด เช่น การอัดพิมพ์กระเบื้องที่เป็นแผ่นแบนด้วยเครื่องอัด
ควรตัดดินให้มีขนาดพอดีกับกระเบื้อง 1 แผ่น หรือถ้าจะอัดด้วยมือ ก็ควรทำดินให้เป็นแผ่นแบน
ตามขนาดเสียก่อนจึงจะอัดลงแบบพิมพ์ และทุบดินให้แน่น จะช่วยให้การอัดเป็นไปโดยสม่าเสมอ
รวดเร็ว และมีผิวหน้าเรียบร้อย

ถ้าใช้ดินร่วนอัด เช่น การทำกระเบื้องเคลือบหรือกระเบื้องปูพื้น จำเป็นต้องอัดด้วยเครื่องที่มี
แรงอัดสม่าเสมอแน่นอน แบบพิมพ์เป็นโลหะปริมาณเนือดินที่ใช้ต้องพอเหมาะแก่แบบและขนาด
ต้องเท่ากันทุกครั้ง จึงจะได้ผลผลิตที่มีคุณภาพเหมือนกัน

การปั้นด้วยจิกเกอร์ ปั้นด้วยดินเหนียว ใช้แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ ส่วนใหญ่ใช้ปั้นจานเป็น
แบบพิมพ์คว่ำ หรือปั้นด้วยขามเป็นแบบพิมพ์หงาย ถ้าปั้นจานควรทำดินให้เป็นแผ่นวงกลม พอ
เหมาะแก่ขนาดจานเสียก่อน ส่วนการปั้นด้วยหรือขาม ควรทำดินเป็นก้อน การใส่ดินลงในพิมพ์
หรือแบบพิมพ์ต้องใช้เทคนิคในการใส่ดินให้ได้จึงหวะที่พอเหมาะ คือใช้แรงเหวี่ยงเล็กน้อยและให้
ได้ศูนย์ ดินจะเกาะติดบนแบบพิมพ์ได้ดี สะดวกต่อการปั้น

.....

จาก เอกสารทางวิชาการ เรื่อง เครื่องปั้นดินเผาที่น่าสนใจ ของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรม
กรรมเซรามิกส์ กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ

.....

การตกแต่งรายละเอียดและการตากแห้ง

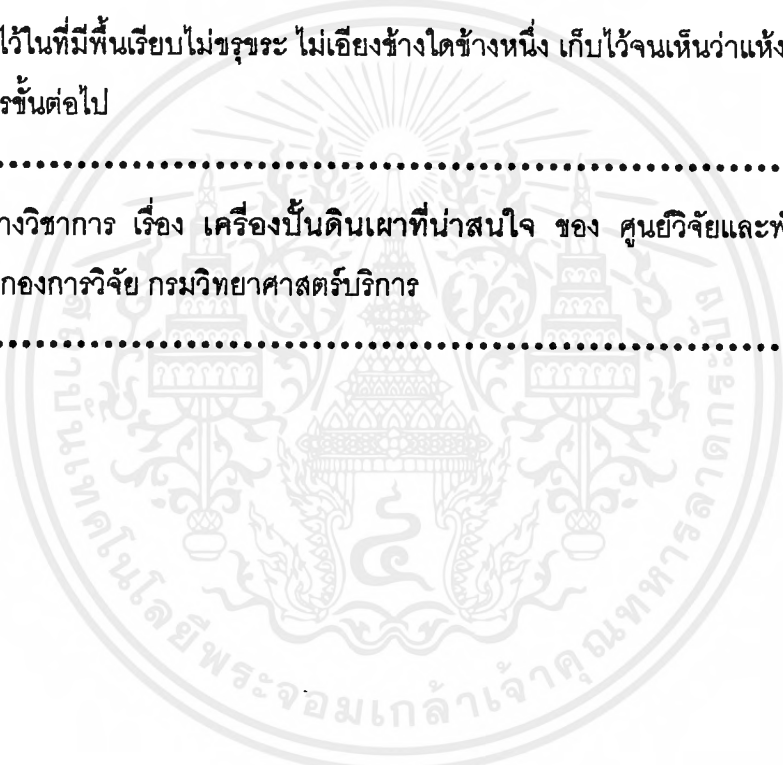
ผลิตภัณฑ์เป็นรูปร่างได้แล้วนั้นมิใช่จะใช้ได้เลยทันที ต้องเก็บรอให้เนื้อดินพอมอาด แล้วจึงนำมาตกแต่งหรือตัดแต่งส่วนเกินออก และเช็ดน้ำเบาๆ ให้ผิวเรียบเสียก่อน จึงเก็บผึ่งไว้ให้แห้งในที่ร่ม ไม่มีลมโกรก หรืออบในเตาอบที่มีความร้อนประมาณ 40-60°C ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ เนื้อหนา ควรเก็บในห้องที่อับลมหรือมีผ้าคลุมไว้ให้น้ำระเหยออกช้าๆ กันการแห้งเฉพาะผิวนอก เพราะต้องการให้แห้งกันทั้งผิวนอกและเนื้อดินข้างในด้วย

วิธีวางผลิตภัณฑ์ผึ่งไว้ให้แห้งนี้ ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทปากกลม เช่น ถ้วย จาน ควรจะวางซ้อนปากประกบกันให้เรียบร้อยกันการบิดเบี้ยว ถ้าเป็นแผ่นแบนเรียบ เช่น กระเบื้องประดับ ควรเรียงซ้อนกันไม่เกิน 5 แผ่น ถ้าซ้อนกันมากเกินไปน้ำหนักจะลงทับแผ่นล่างมากทำให้แผ่นล่างแตกได้ ควรเก็บวางไว้ในที่มีพื้นเรียบไม่ขรุขระ ไม่เอียงข้างใดข้างหนึ่ง เก็บไว้จนเห็นว่าแห้งดีแล้วจึงค่อยนำไปดำเนินการขั้นต่อไป

.....

จาก เอกสารทางวิชาการ เรื่อง เครื่องปั้นดินเผาที่น่าสนใจ ของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ

.....



วิเคราะห์และสรุปกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานแต่ละประเภท

โดยพิจารณาจากกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมที่นิยมใช้กัน 4 ประเภทคือ

1. วิธีขึ้นรูปแบบวิธีกด (Press method)
2. วิธีขึ้นรูปแบบรีด (Extrusion method)
3. วิธีขึ้นรูปทรงต่างๆ (Shaping method)
4. วิธีขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ (Casting method)

เชิงเทียน

เงื่อนไขในการพิจารณา	วิธีขึ้นรูปแบบวิธีกด	วิธีขึ้นรูปแบบรีด	วิธีขึ้นรูปทรงต่างๆ	วิธีขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ
ความเหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์	-	-	-	3
เก็บรายละเอียดของงานได้ดี	2	1	2	3
ความสะดวกในการผลิต	3	3	2	2
รวม	5	4	4	8

ภาตใส่ของ

เงื่อนไขในการพิจารณา	วิธีขึ้นรูปแบบวิธีกด	วิธีขึ้นรูปแบบรีด	วิธีขึ้นรูปทรงต่างๆ	วิธีขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ
ความเหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์	2	-	1	3
เก็บรายละเอียดของงานได้ดี	2	1	2	3
ความสะดวกในการผลิต	3	3	2	2
รวม	7	4	5	8

ที่ทับกระดาษ

เงื่อนไขในการพิจารณา	วิธีขึ้นรูปแบบวิธีกด	วิธีขึ้นรูปแบบรีด	วิธีขึ้นรูปทรงต่างๆ	วิธีขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ
ความเหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์	-	-	1	3
เก็บรายละเอียดของงานได้ดี	2	1	2	3
ความสะดวกในการผลิต	3	3	2	2
รวม	5	4	5	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรองแก้ว

เงื่อนไขในการพิจารณา	วิธีที่ 1 แบบวิธีกด	วิธีที่ 2 แบบวิธีรีด	วิธีที่ 3 รูปทรง ต่างๆ	วิธีที่ 4 รูปด้วย วิธีหล่อ
ความเหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์	1	2	-	3
เก็บรายละเอียดของงานได้ดี	2	1	2	3
ความสะดวกในการผลิต	3	3	2	2
รวม	6	6	4	8

ที่กันหนังสือ

เงื่อนไขในการพิจารณา	วิธีที่ 1 แบบวิธีกด	วิธีที่ 2 แบบวิธีรีด	วิธีที่ 3 รูปทรง ต่างๆ	วิธีที่ 4 รูปด้วย วิธีหล่อ
ความเหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์	-	-	-	3
เก็บรายละเอียดของงานได้ดี	2	1	2	3
ความสะดวกในการผลิต	3	3	2	2
รวม	5	4	4	8

ภาชนะใส่เครื่องเขียน

เงื่อนไขในการพิจารณา	วิธีที่ 1 แบบวิธีกด	วิธีที่ 2 แบบวิธีรีด	วิธีที่ 3 รูปทรง ต่างๆ	วิธีที่ 4 รูปด้วย วิธีหล่อ
ความเหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์	-	-	1	3
เก็บรายละเอียดของงานได้ดี	2	1	2	3
ความสะดวกในการผลิต	3	3	2	2
รวม	5	4	5	8

สรุป การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตที่นำมาใช้ในการออกแบบชุดของที่ระลึกแต่ละประเภทดังนี้

เชิงเทียน เลือกใช้วิธีที่ 4 ด้วยวิธีหล่อ น้ำดิน

ถาดใส่ของ เลือกใช้วิธีที่ 4 ด้วยวิธีหล่อ น้ำดิน

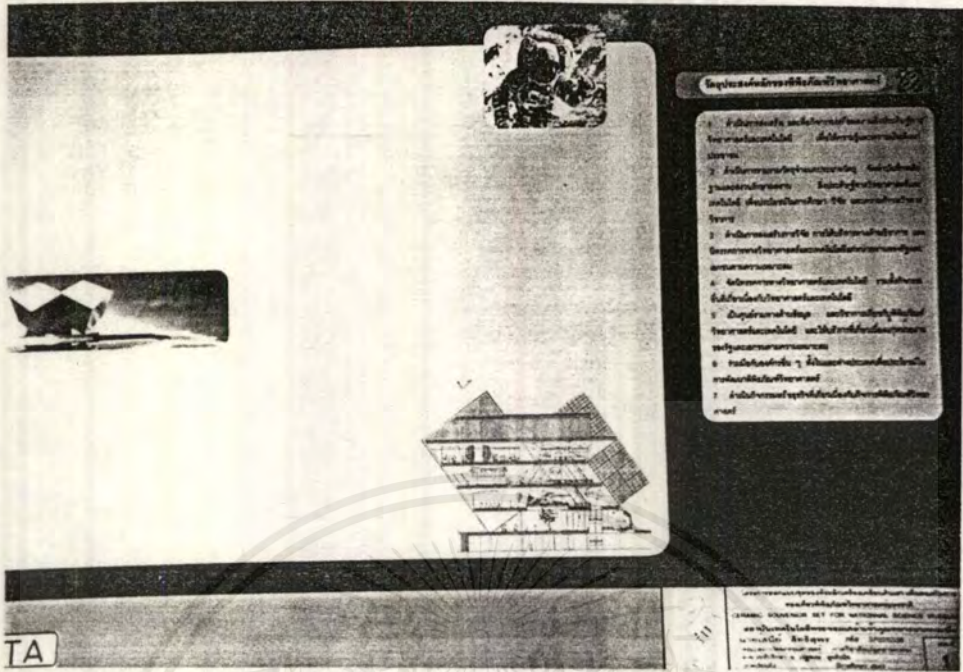
ที่ทับกระดาษ เลือกใช้วิธีที่ 4 ด้วยวิธีหล่อ น้ำดิน

จากรองแก้ว เลือกใช้วิธีที่ 4 ด้วยวิธีหล่อ น้ำดิน

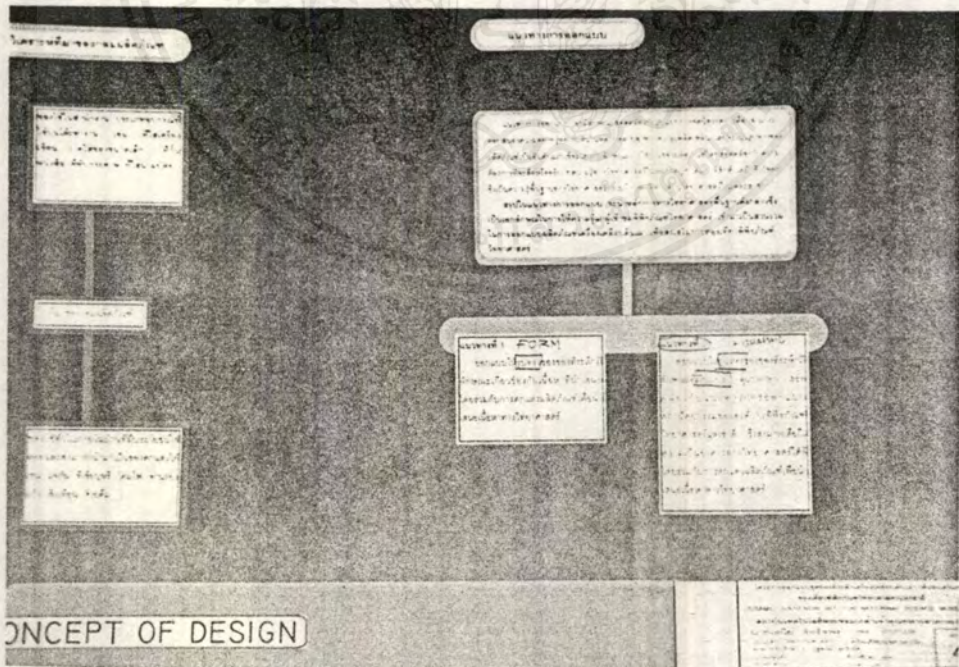
ที่กันหนังสือ เลือกใช้วิธีที่ 4 ด้วยวิธีหล่อ น้ำดิน

ภาชนะใส่เครื่องเขียน เลือกใช้วิธีที่ 4 ด้วยวิธีหล่อ น้ำดิน

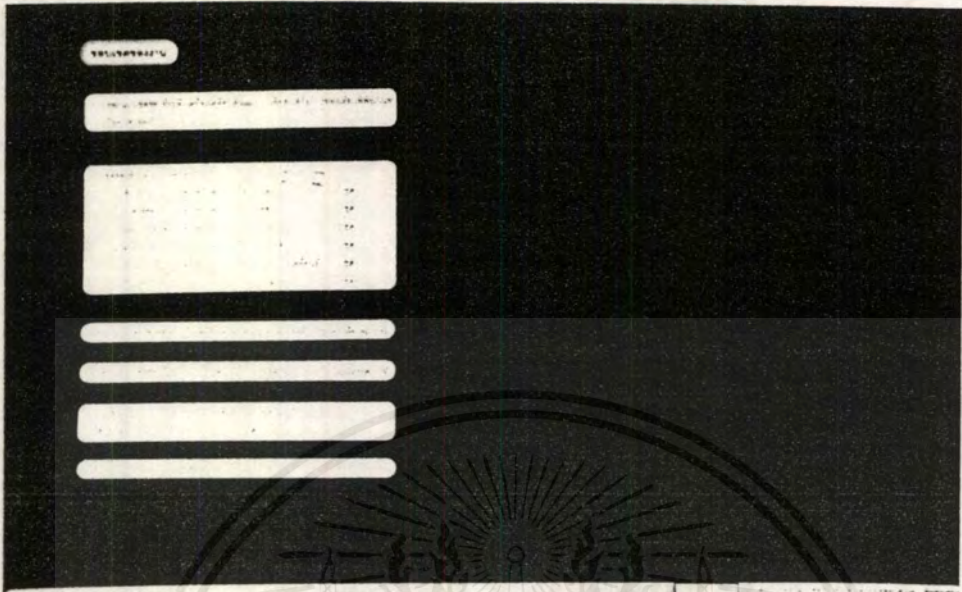
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในองค์กรเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ตารางแสดงภาพลักษณ์และวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบ

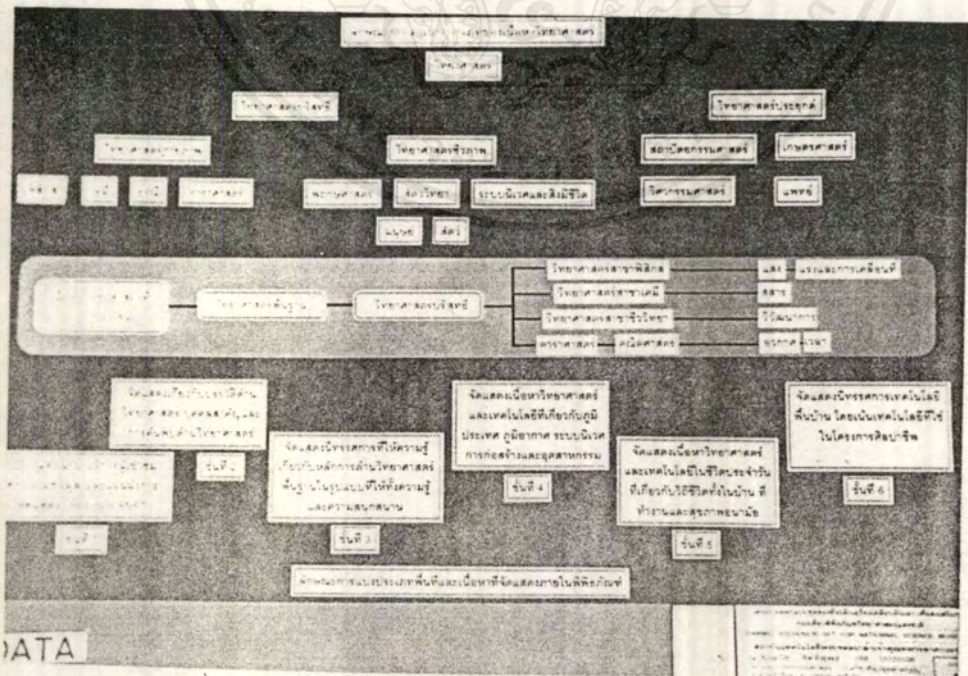


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาพที่ 3.2 ภาพแสดงขอบเขตของโครงการ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

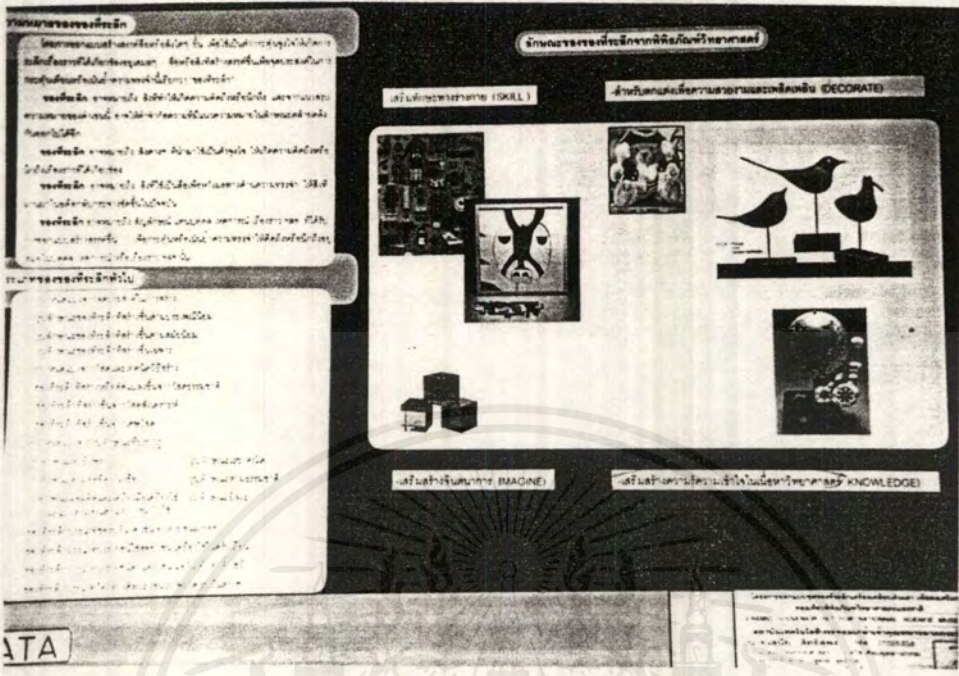


COPE OF DESIGN

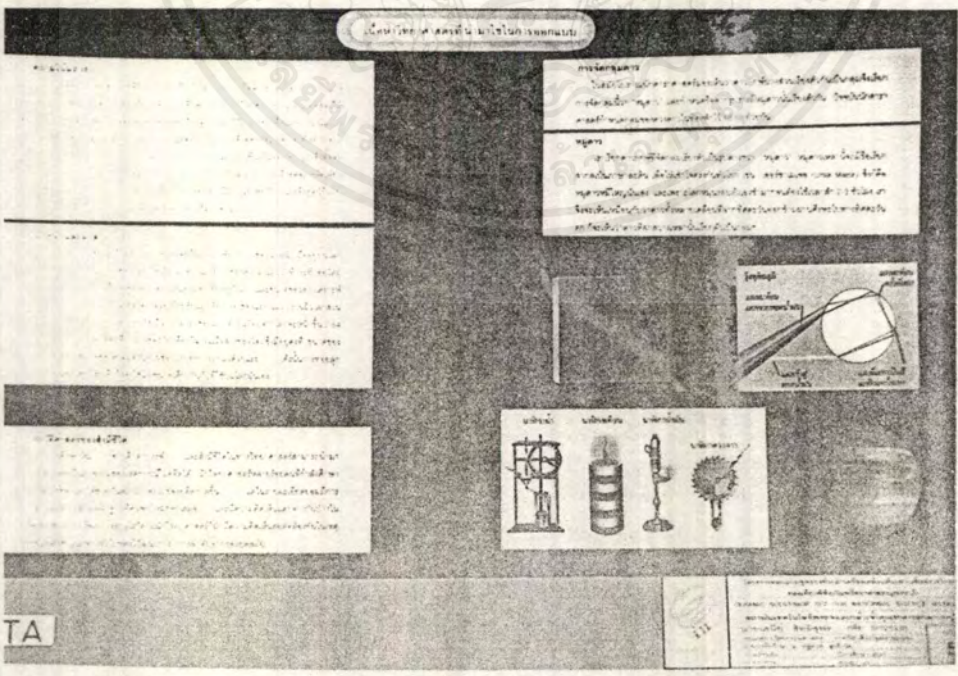
ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงแนวทางในการออกแบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น มิใช่ผูกมัดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงข้อมูลในการออกแบบ

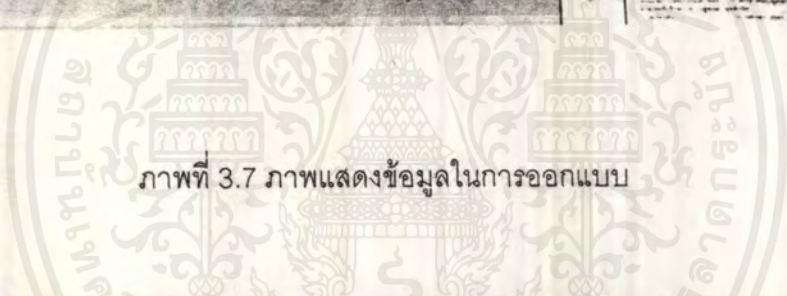


ภาพที่ 3.6 ภาพแสดงข้อมูลในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table with multiple sections containing text and data, likely a report or document page. The text is partially obscured and difficult to read due to the image quality and orientation.

TA



ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงข้อมูลในการออกแบบ

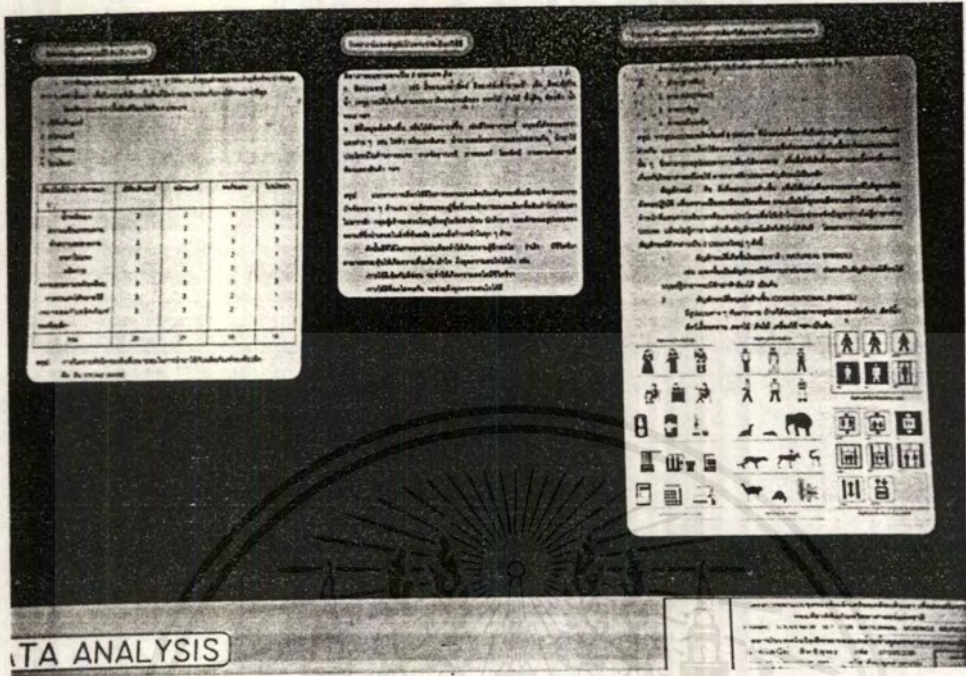
Table titled 'DATA ANALYSIS' showing various data tables and charts. The tables include headers for 'ชนิดของกิจกรรม' (Activity Type), 'ระดับ' (Level), 'จำนวน' (Number), and 'ค่าเฉลี่ย' (Average). The data is organized into several sub-tables, each with a title and a grid of values.

ชนิดของกิจกรรม	จำนวน	ค่าเฉลี่ย
กิจกรรมที่ 1	3	3
กิจกรรมที่ 2	3	3
กิจกรรมที่ 3	3	3
รวม	9	3

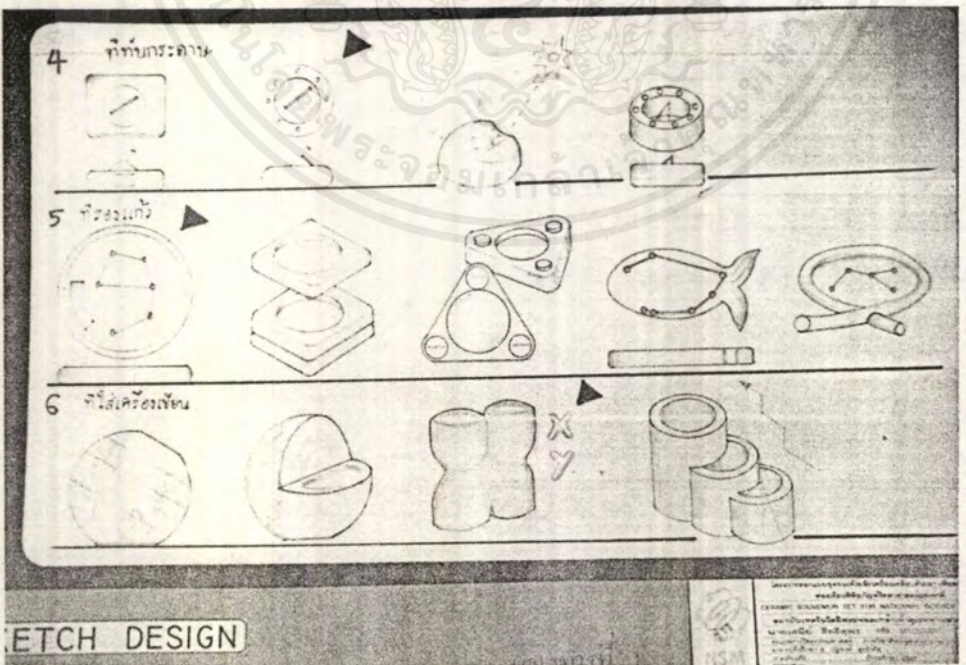
ระดับ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย
ระดับที่ 1	3	3
ระดับที่ 2	3	3
ระดับที่ 3	3	3
รวม	9	3

ชนิดของกิจกรรม	จำนวน	ค่าเฉลี่ย
กิจกรรมที่ 1	3	3
กิจกรรมที่ 2	3	3
กิจกรรมที่ 3	3	3
รวม	9	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

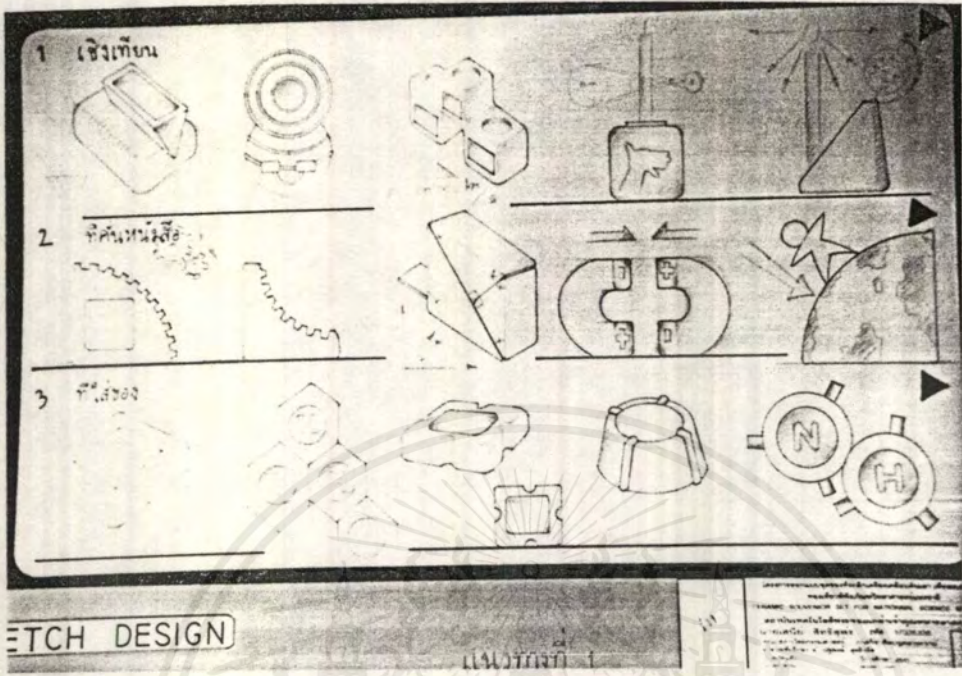


ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลในการออกแบบ

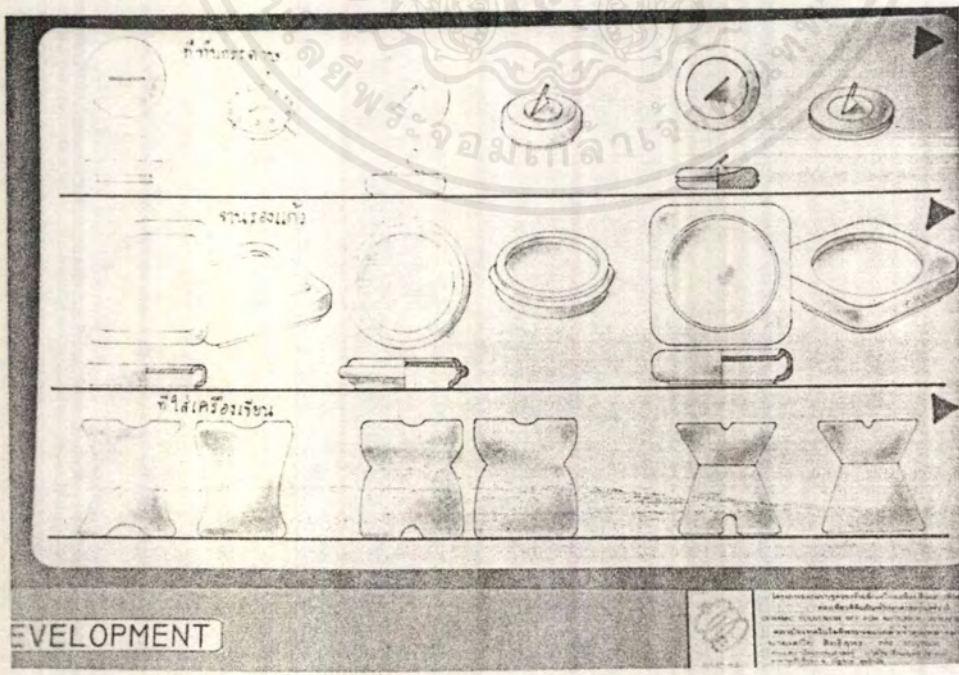


ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงการออกแบบในขั้นแรกรูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ญาติเห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

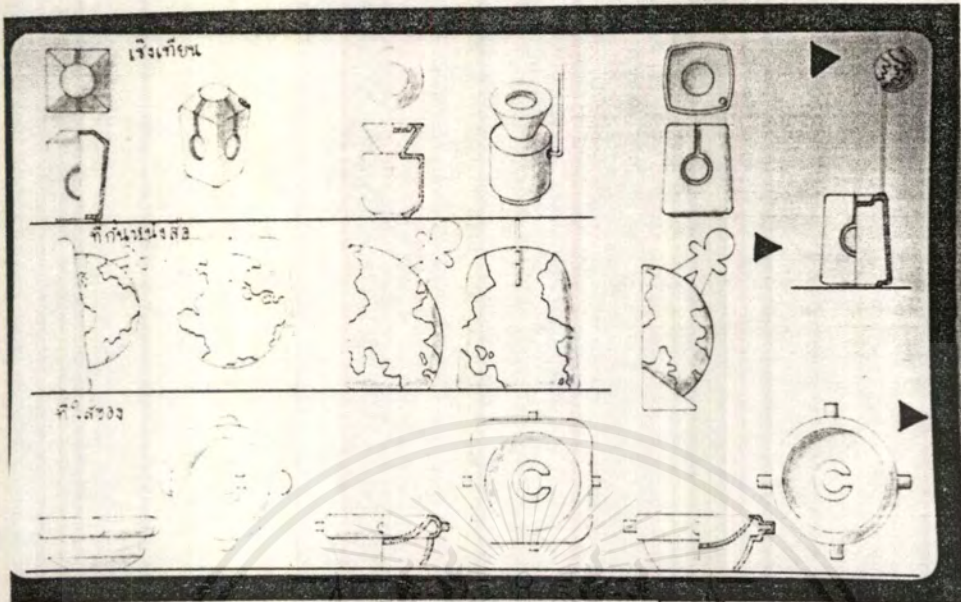


ภาพที่ 3.13 ภาพแสดงการออกแบบในขั้นแรกรูปแบบที่ 1



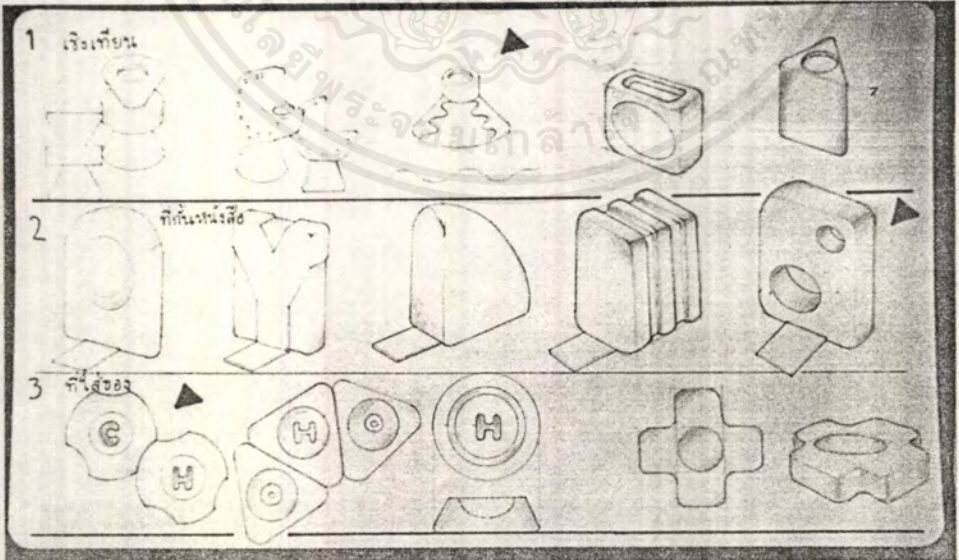
ภาพที่ 3.14 ภาพแสดงการออกแบบในขั้นพัฒนารูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



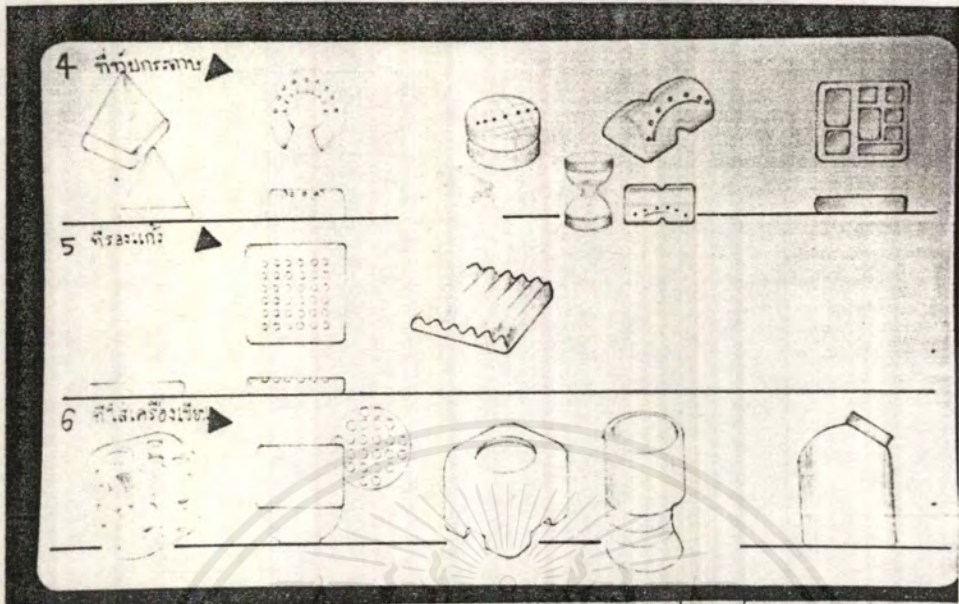
VELOPMENT

ภาพที่ 3.15 ภาพแสดงการออกแบบในขั้นพัฒนาแบบที่ 1



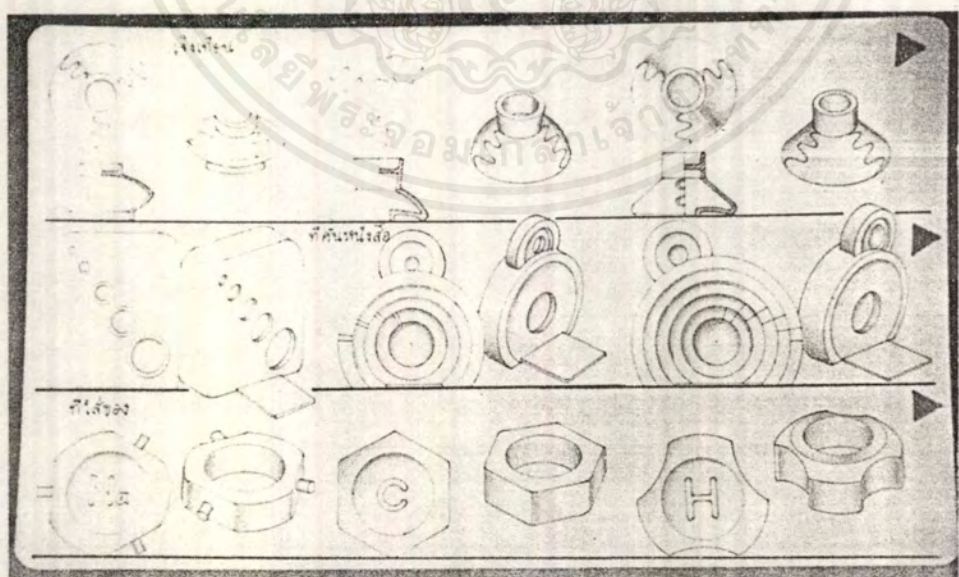
ETCH DESIGN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเชิงในเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KETCH DESIGN

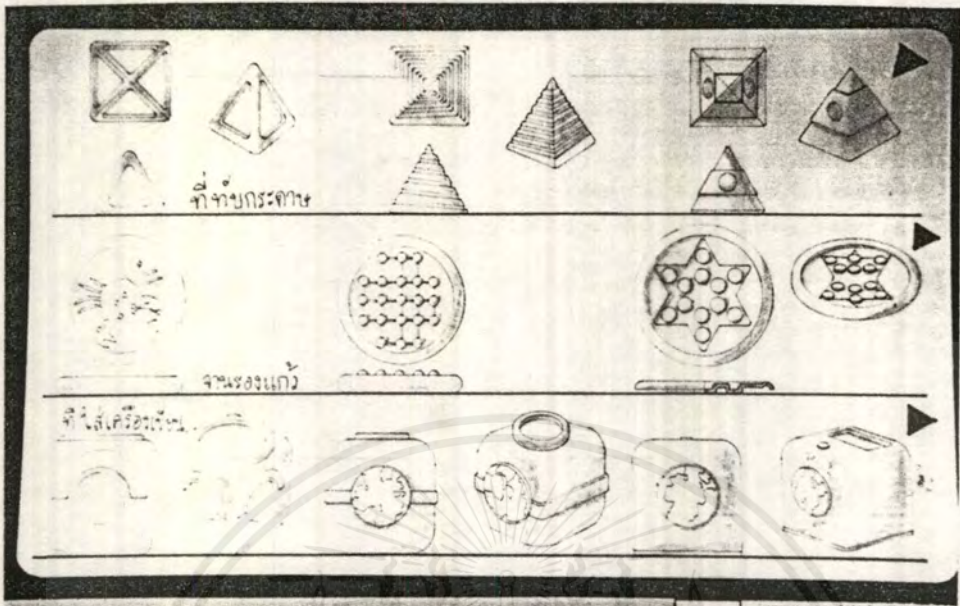
ภาพที่ 3.17 ภาพแสดงการออกแบบในขั้นแรกในรูปแบบที่ 2



VELOPMENT

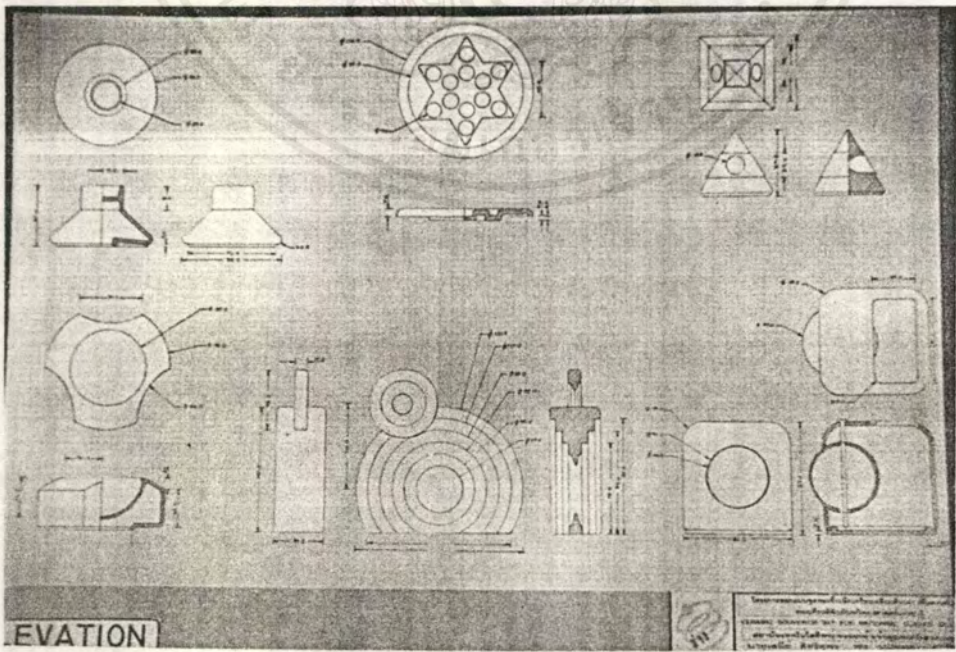
ภาพที่ 3.18 ภาพแสดงการออกแบบในขั้นพัฒนาในรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



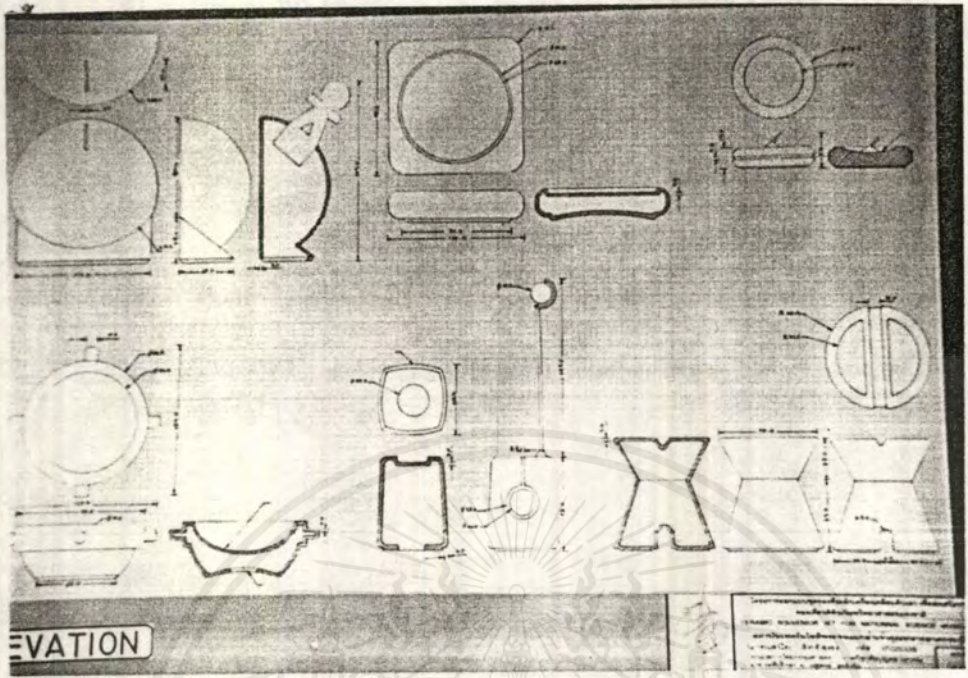
VELOPMENT

ภาพที่ 3.19 ภาพแสดงการออกแบบในขั้นพัฒนารูปแบบที่ 2

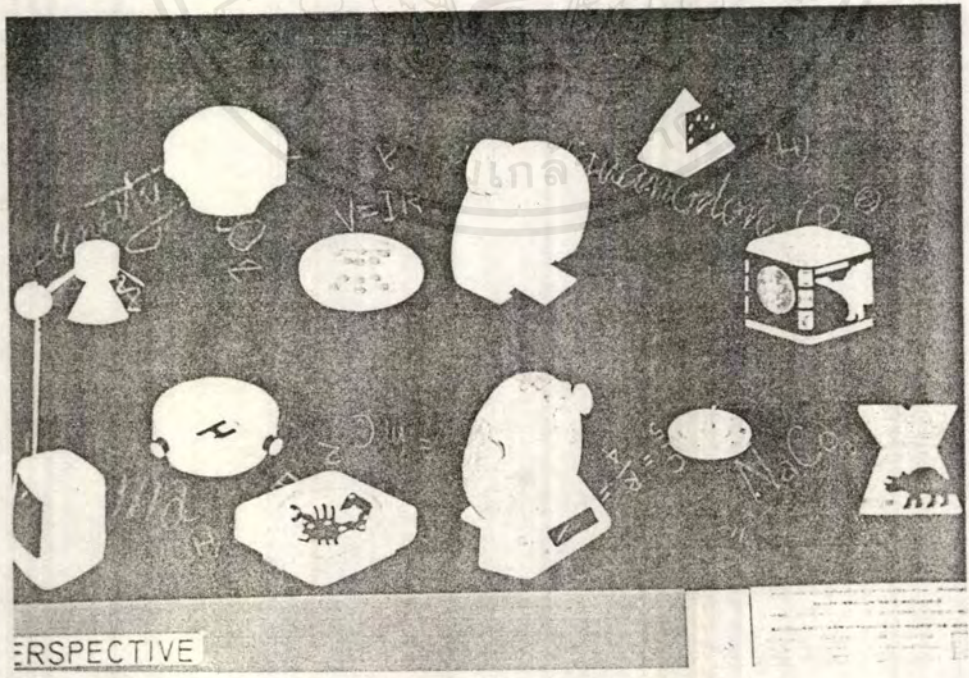


EVALUATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ภายนอกโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.21 ภาพแสดงรูปด้านรูปแบบที่ 2

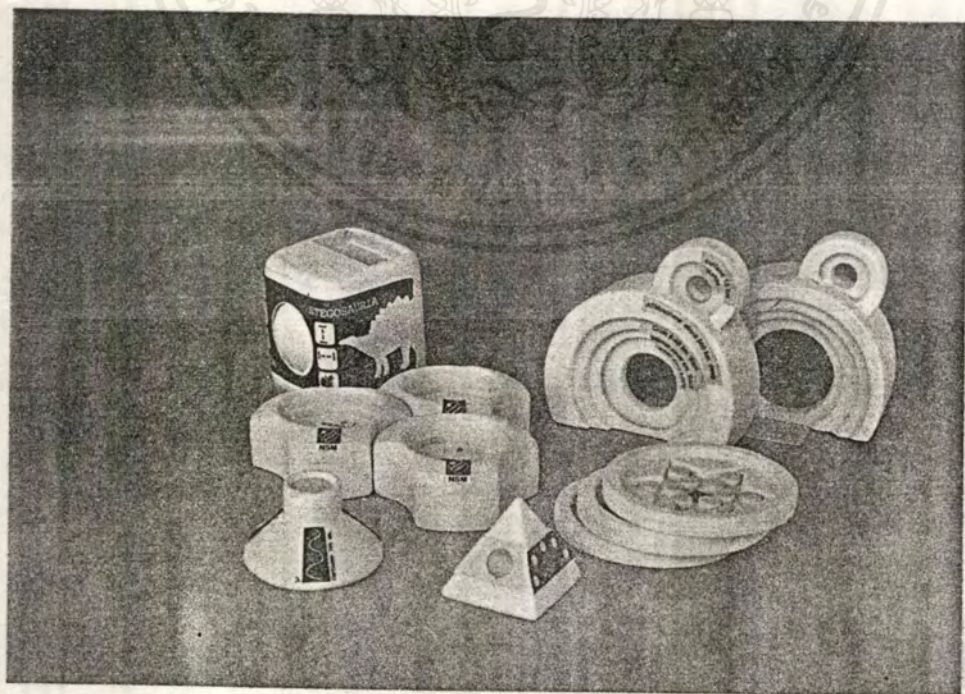


ภาพที่ 3.22 ภาพแสดงทัศนียภาพของงาน

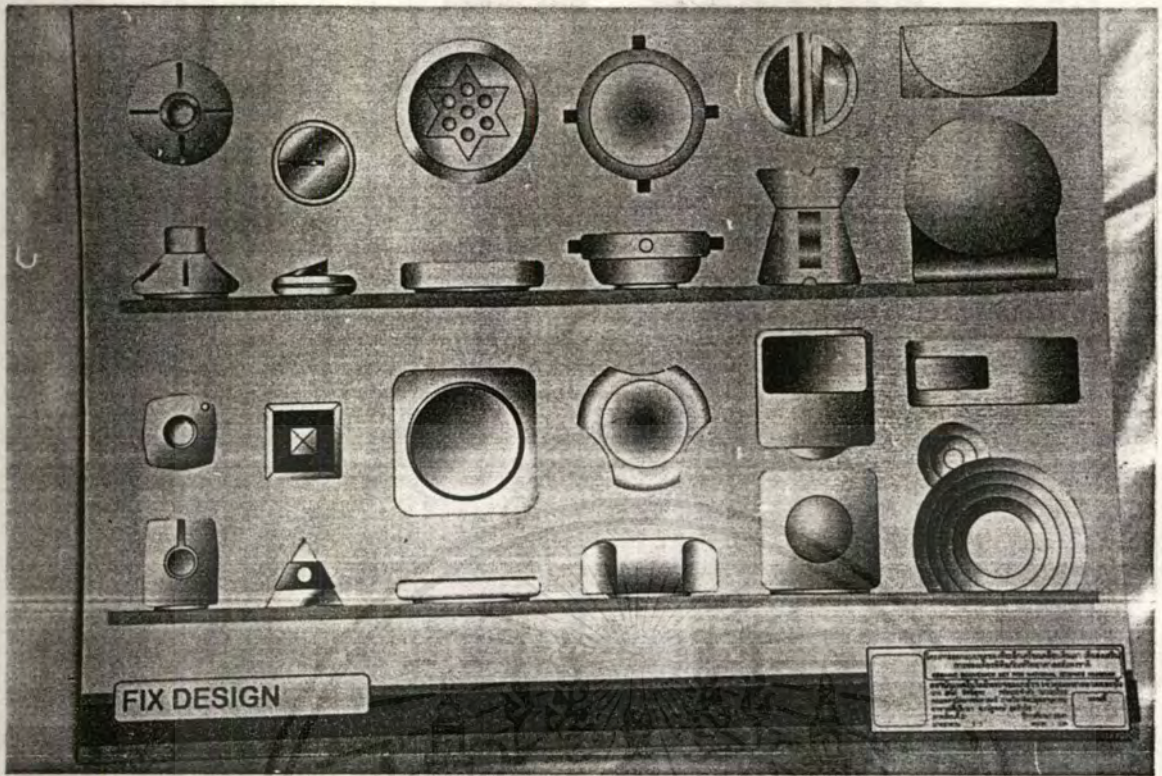
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.23 ภาพแสดงแบบจำลองเพื่อการศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ภาพที่ 3.24 ภาพแสดงแบบจำลองเพื่อการศึกษาให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 แสดงแบบที่เลือกในขั้นตอนแบบร่าง

ตารางสรุปกรรมวิธีการตกแต่งและการผลิต

กรรมวิธีการผลิต	SLIP CASTING		DECAL	OVER GLAZE
	HOLLOW	SOLID		
เคลือบสี	●	●	●	●
ขัดผิว	●	●	●	●
การขึ้นรูป	●	●	●	●
การขึ้นรูป	●	●	●	●
การขึ้นรูป	●	●	●	●
การขึ้นรูป	●	●	●	●
การขึ้นรูป	●	●	●	●
การขึ้นรูป	●	●	●	●
การขึ้นรูป	●	●	●	●
การขึ้นรูป	●	●	●	●

รูปแบบที่ 2

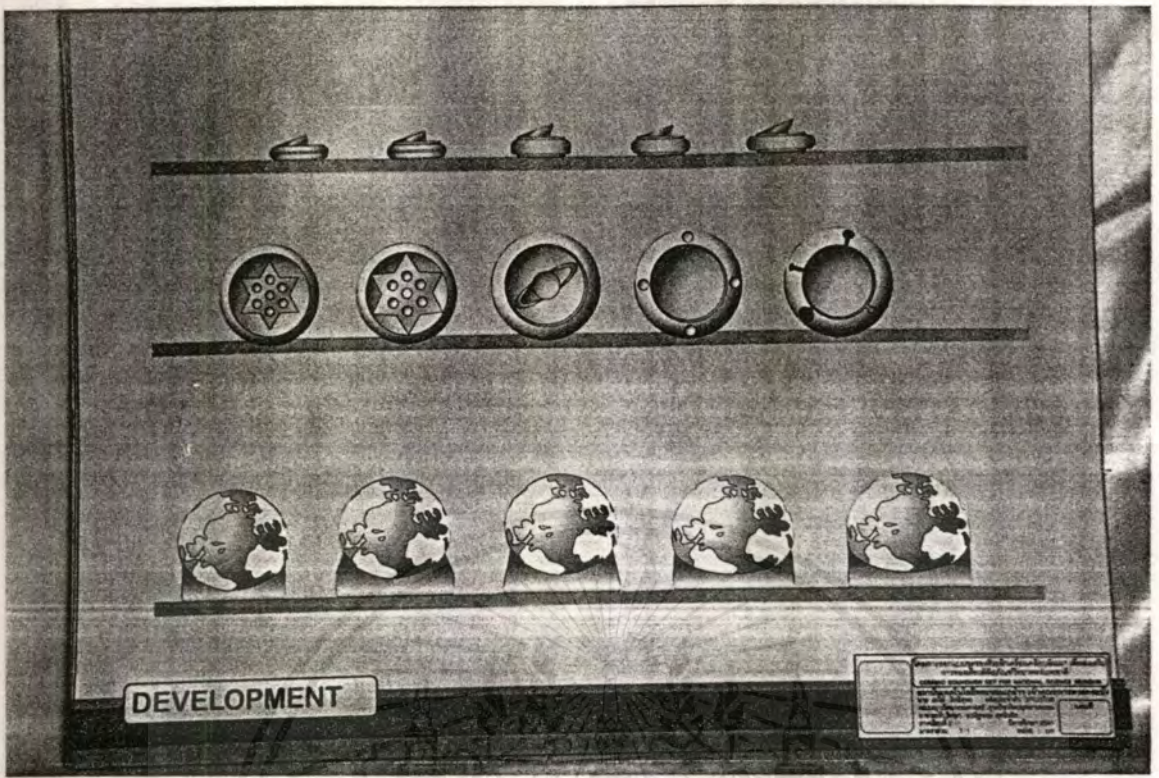
ออกแบบไปรูปทรงมีลักษณะสอดคล้องกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอโดยแสดงถึงภาพลักษณ์ที่สามารถทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายและพร้อมกับการตกแต่งผลิตภัณฑ์ด้วยรูปทรงเพื่อความเหมาะสมในศตวรรษใหม่

รูปแบบที่ 1

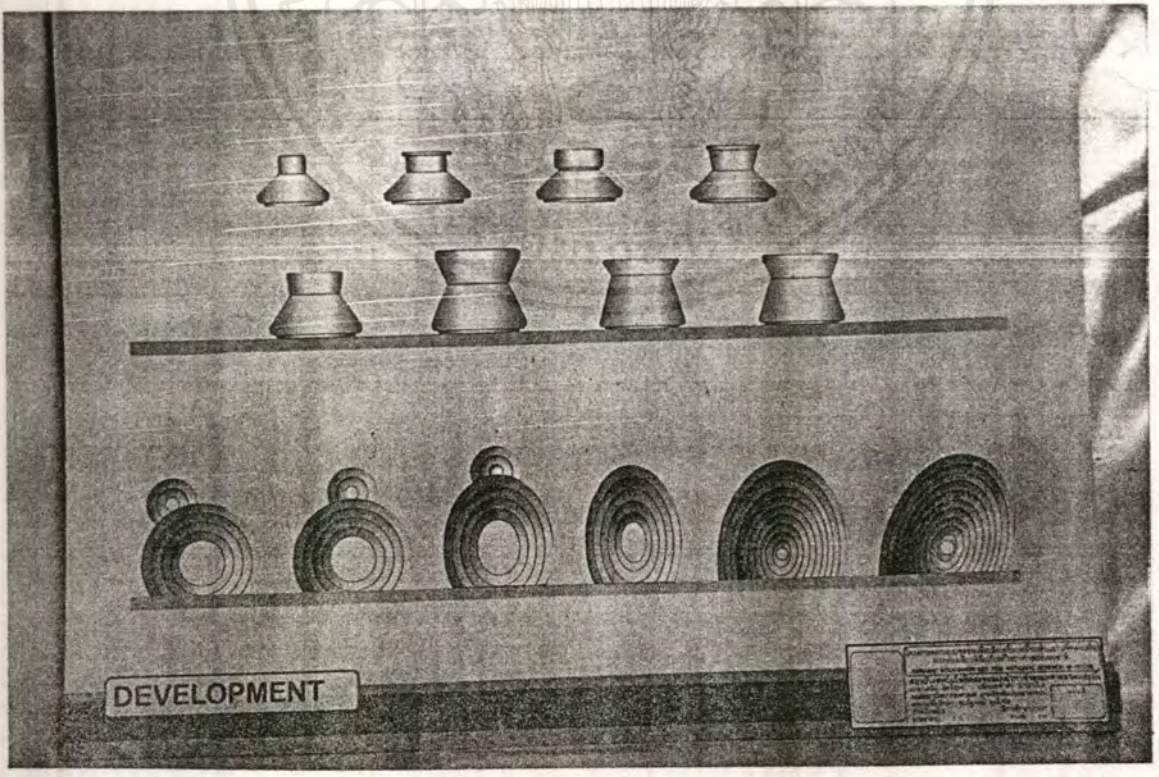
ออกแบบใช้สีสีดินที่แสดงออกถึงความเรียบง่ายทันสมัยรูปทรงตาเทอมที่สอดคล้องถึงแนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมของอาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติโดยการผลิตผลงานรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานเข้าด้วยกัน

DATA ANALYSIS

เอกสารนี้เป็นภาพที่ 4:2 แสดงกรรมวิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ต่างๆ และแนวทางการออกแบบ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

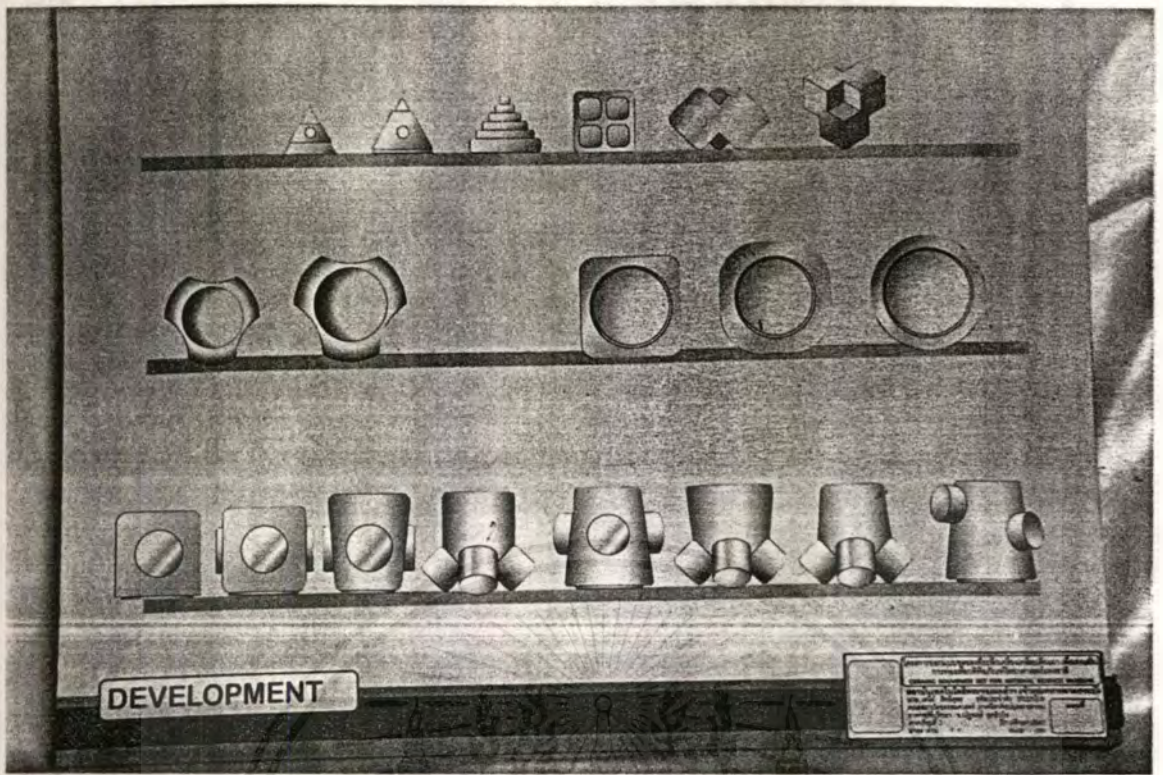


ภาพที่ 4.7 แสดงการพัฒนารูปทรงในรูปแบบที่ 1

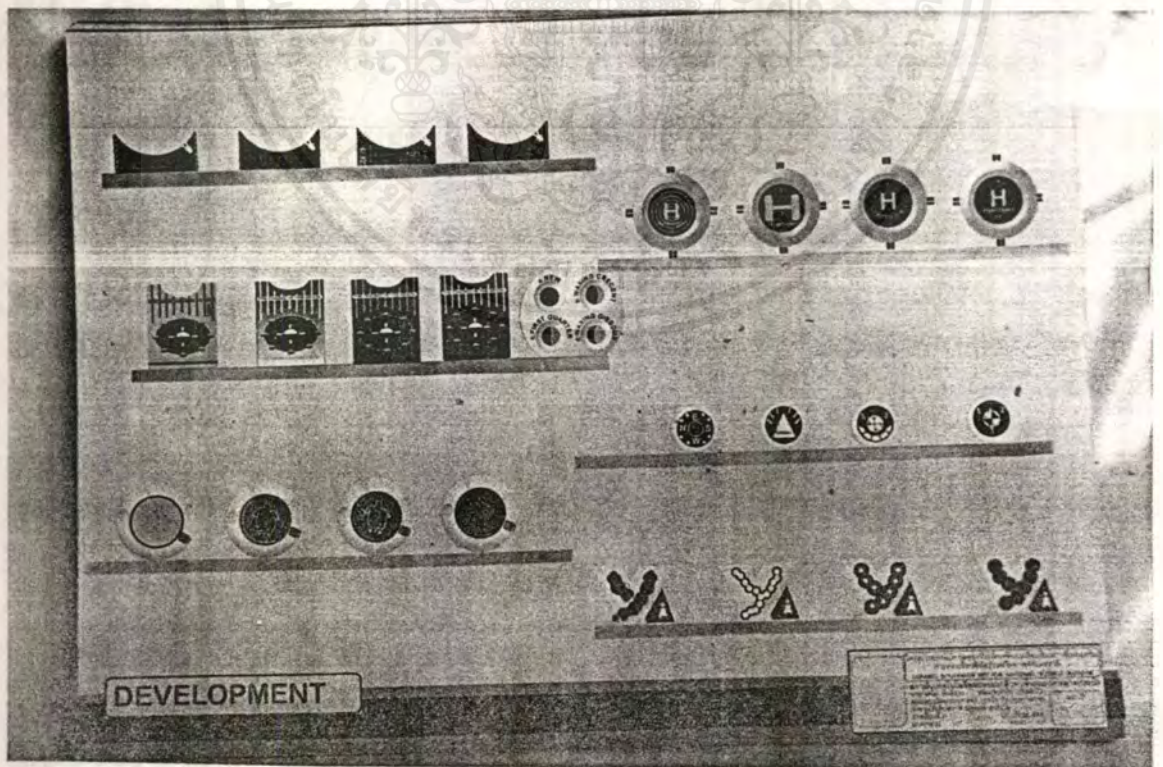


ภาพที่ 4.8 แสดงการพัฒนารูปทรงในรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

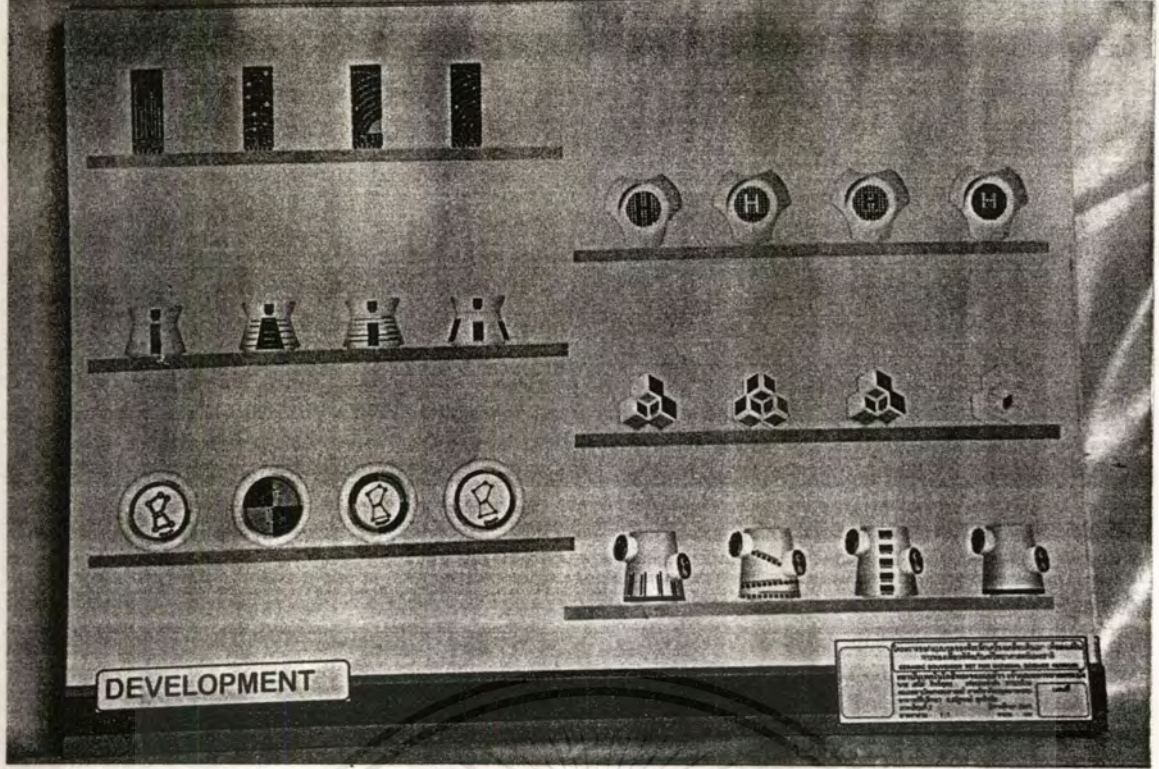


ภาพที่ 4.9 แสดงการพัฒนาทรงในรูปแบบที่ 2

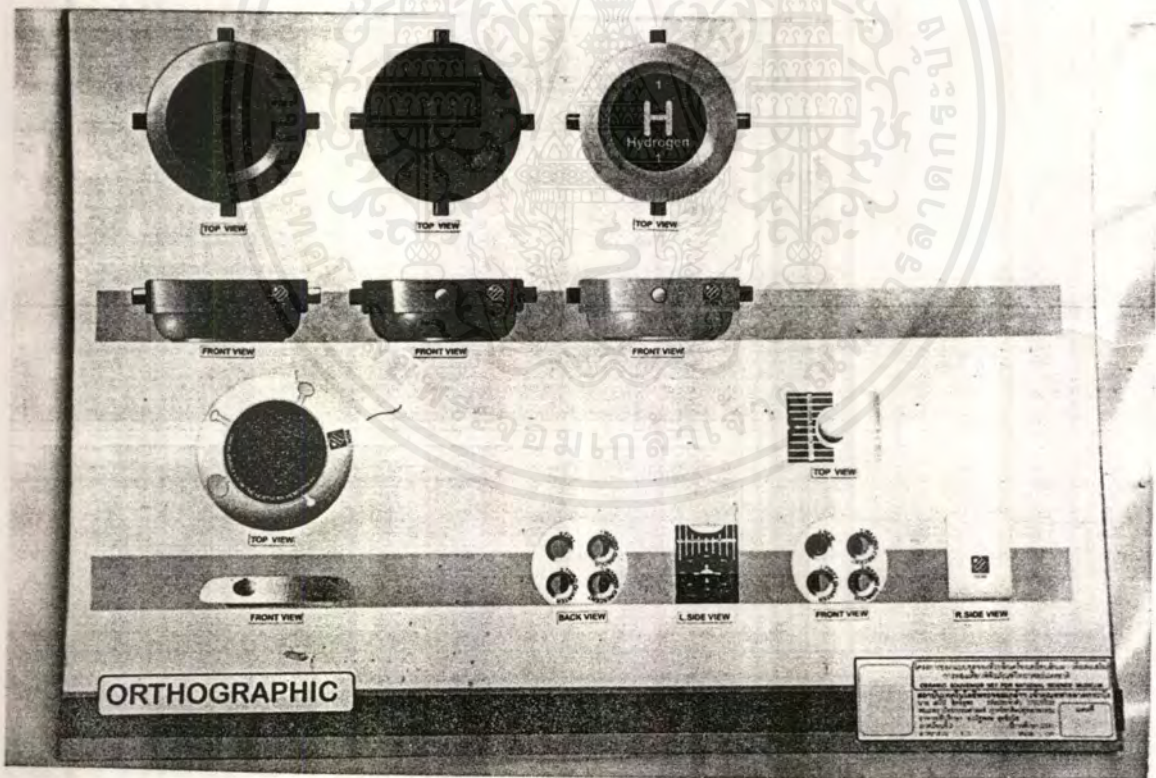


ภาพที่ 4.10 แสดงการพัฒนาผลดลายในรูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

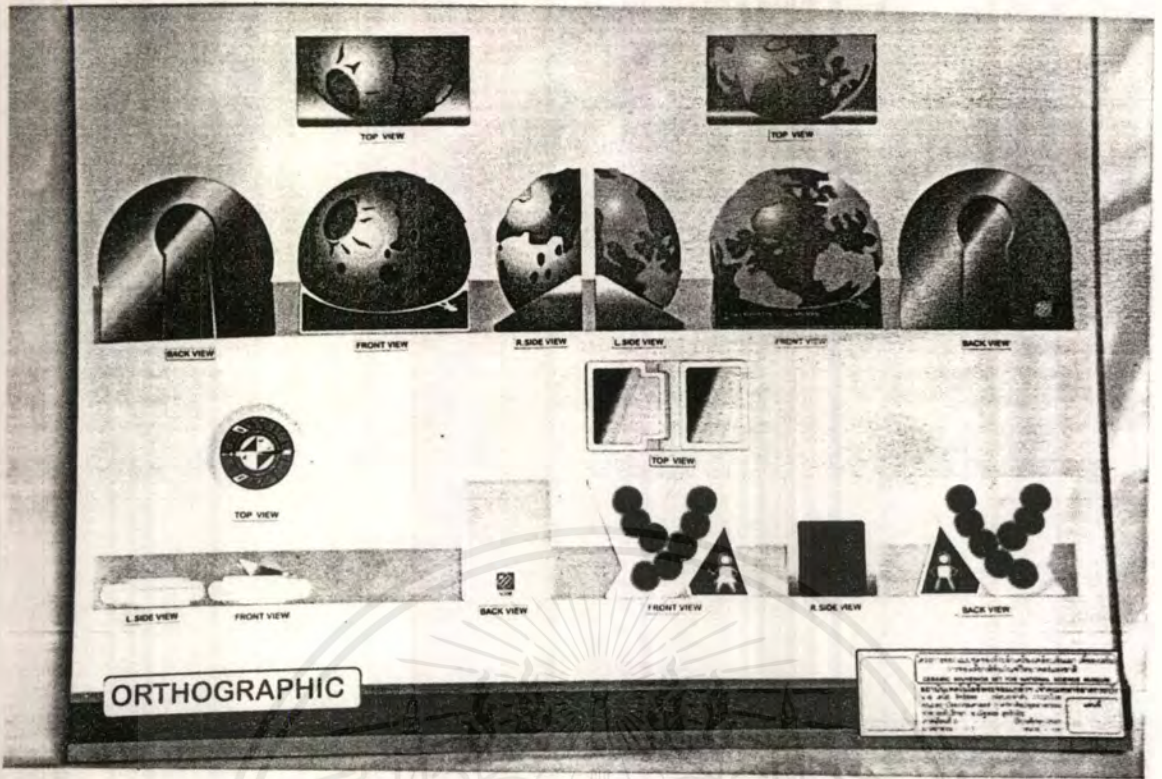


ภาพที่ 4.11 แสดงการพัฒนาผลดลายในรูปแบบที่ 2

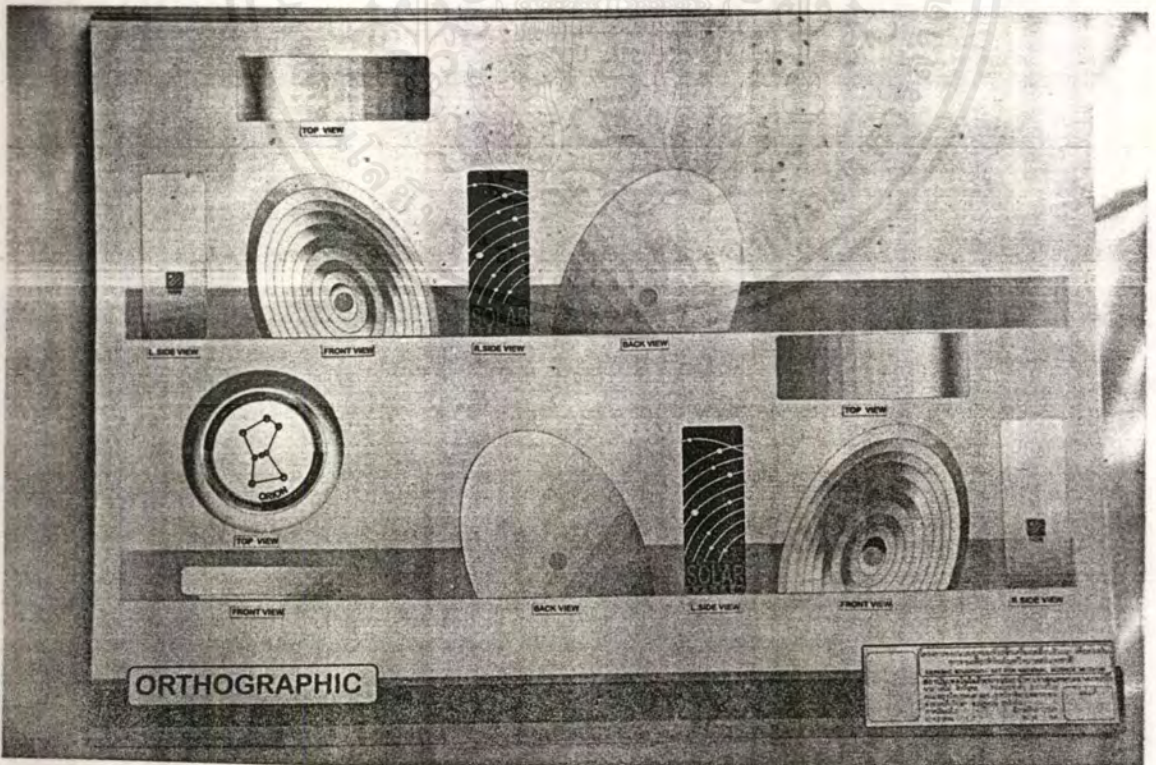


ภาพที่ 4.12 แสดงรูปด้าน ถาดใส่ของ งานรองแก้ว เชิงเทียน ในรูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

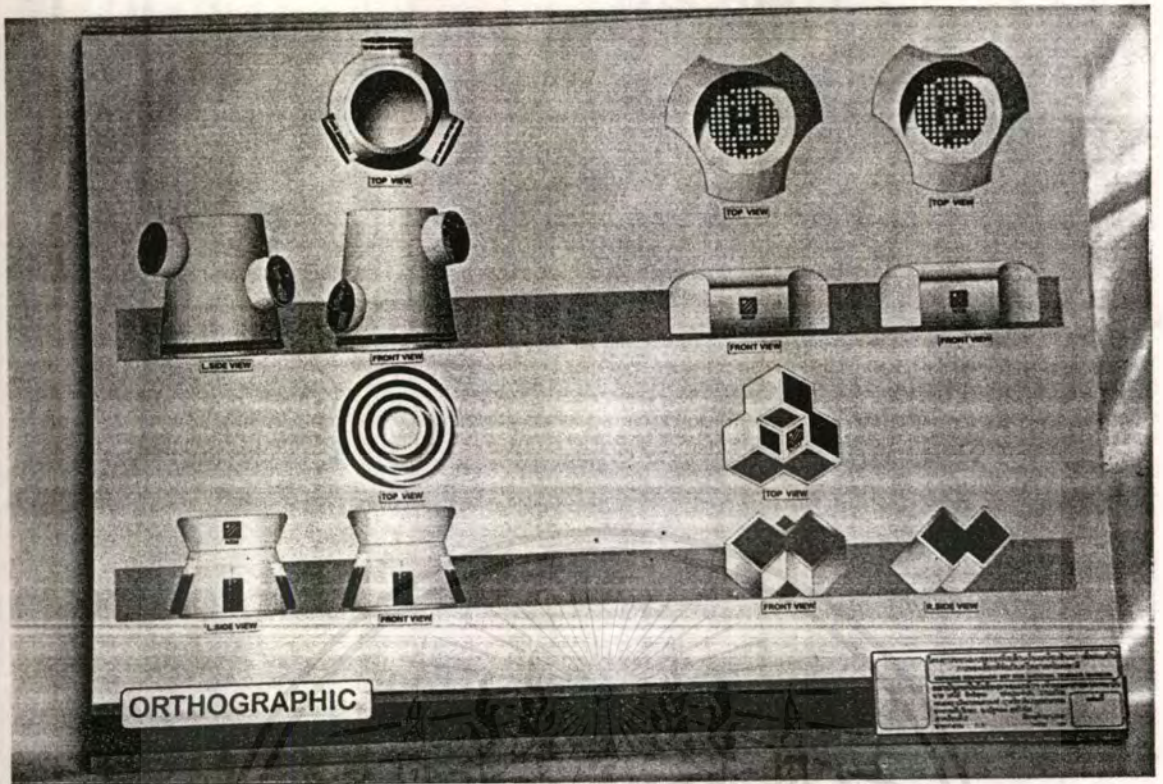


ภาพที่ 4.13 แสดงรูปด้าน ที่กั้นหนังสือ ที่ทับกระดาษ ที่ใส่เครื่องเขียน ในรูปแบบที่ 1

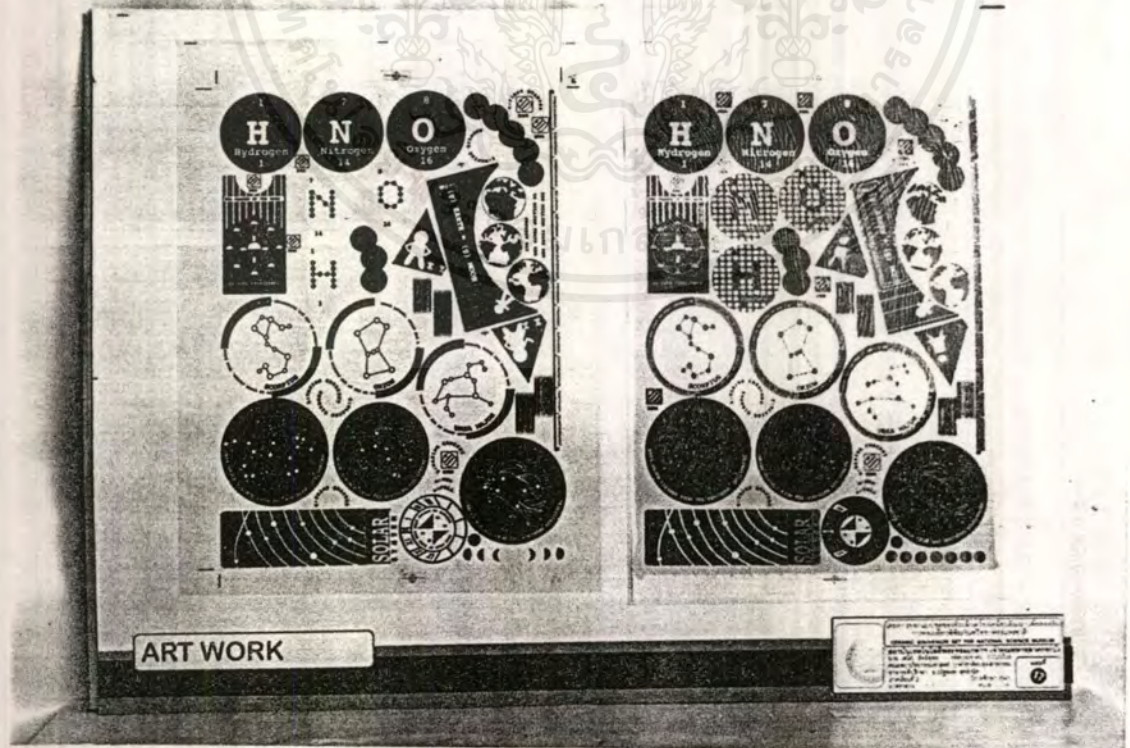


ภาพที่ 4.14 ภาพแสดงรูปด้าน ที่กั้นหนังสือ จานรองแก้วในรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

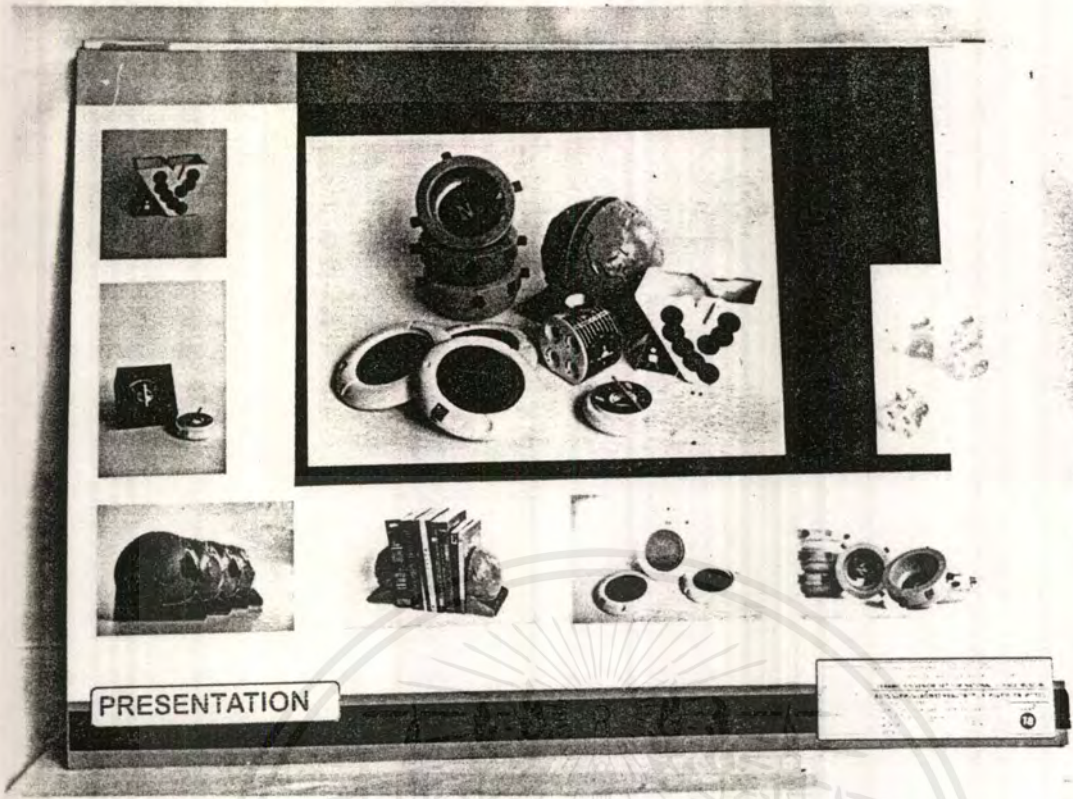


ภาพที่ 4.15 แสดงรูปด้าน ที่ใส่เครื่องเขียน ถาดใส่ของ เขียงเตียน ที่ทับกระดาษ รูปแบบที่ 2

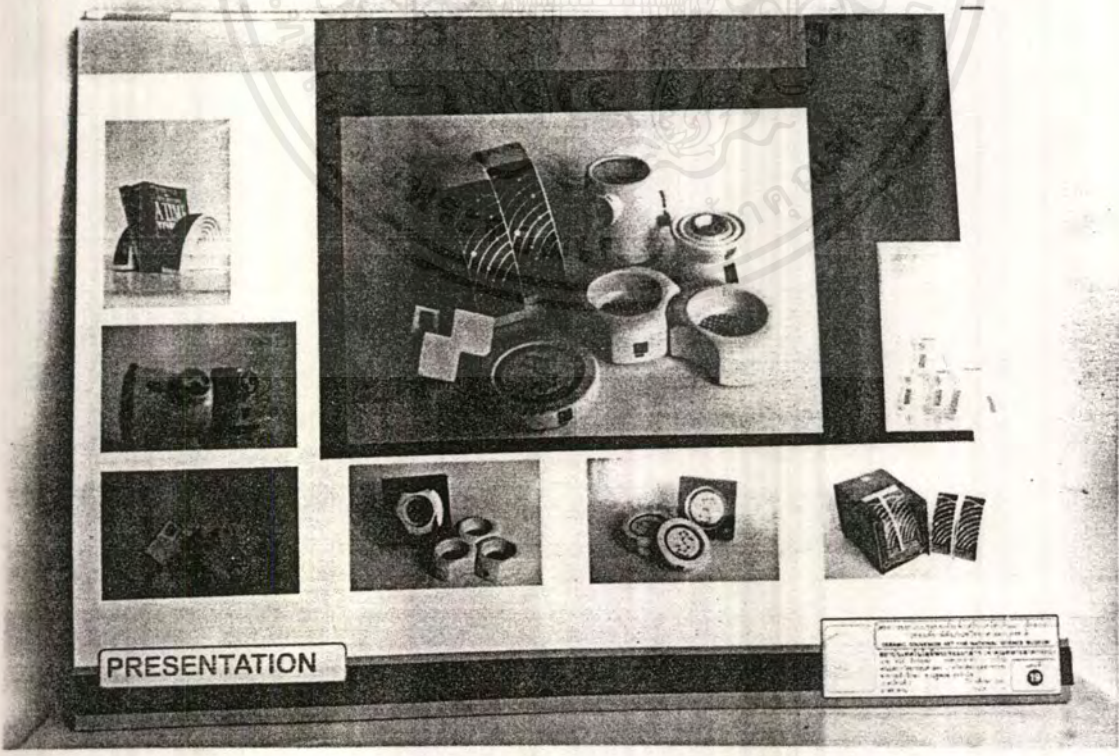


ภาพที่ 4.16 แสดง ART Work สำหรับทำรูปปก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



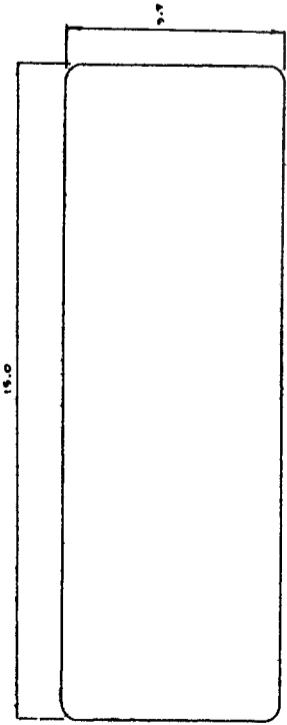
ภาพที่ 4.17 ภาพแสดงทัศนียภาพของที่ระลึกในรูปแบบที่ 1



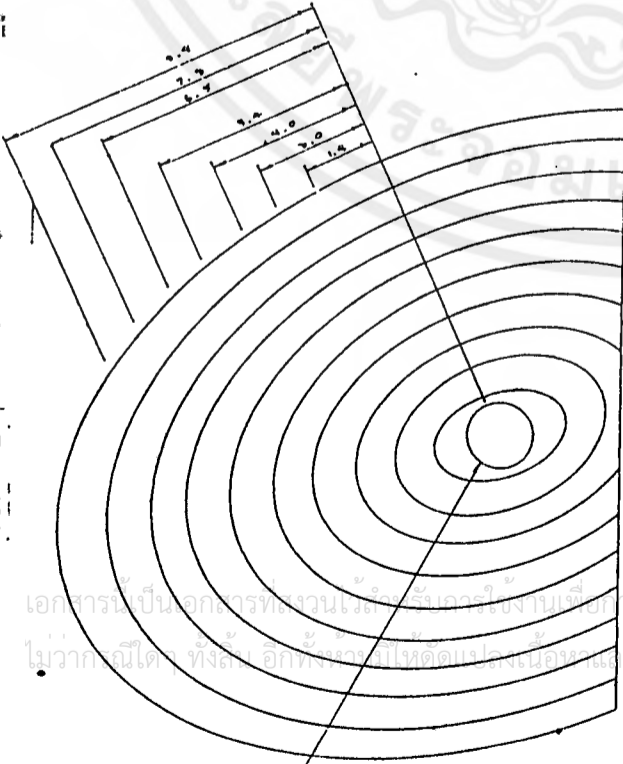
ภาพที่ 4.18 ภาพแสดงทัศนียภาพของที่ระลึกในรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

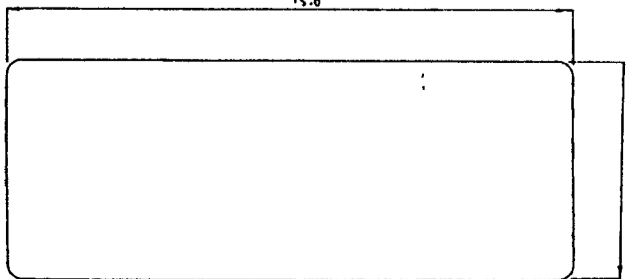
ที่ก้นหมั่งสี่



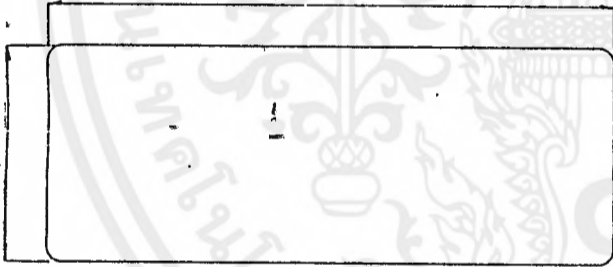
TOP VIEW



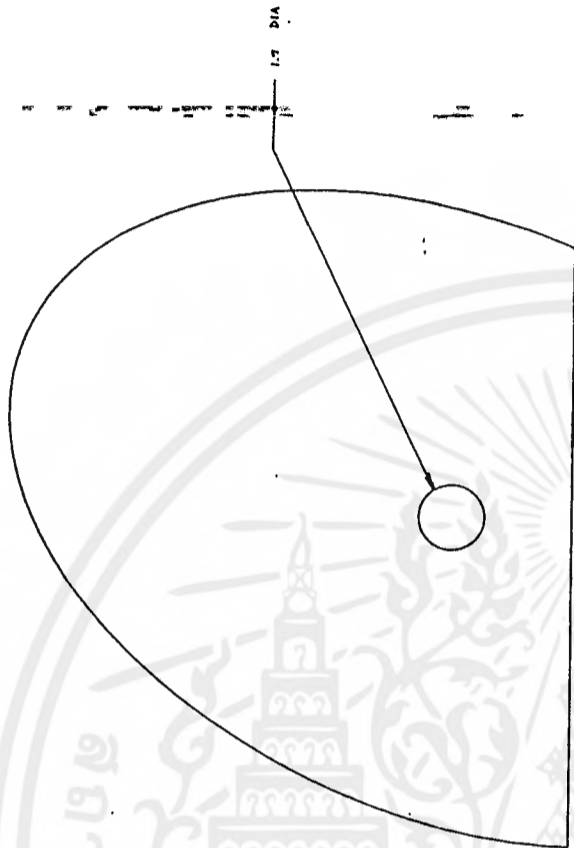
FRONT VIEW



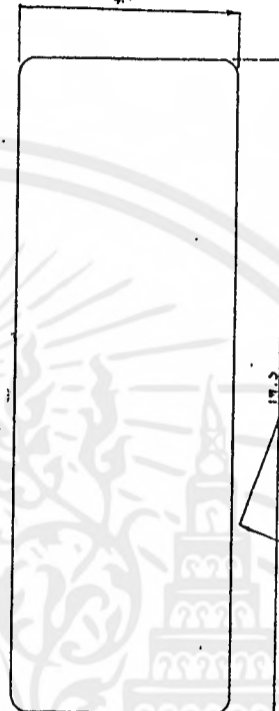
L.SIDE VIEW



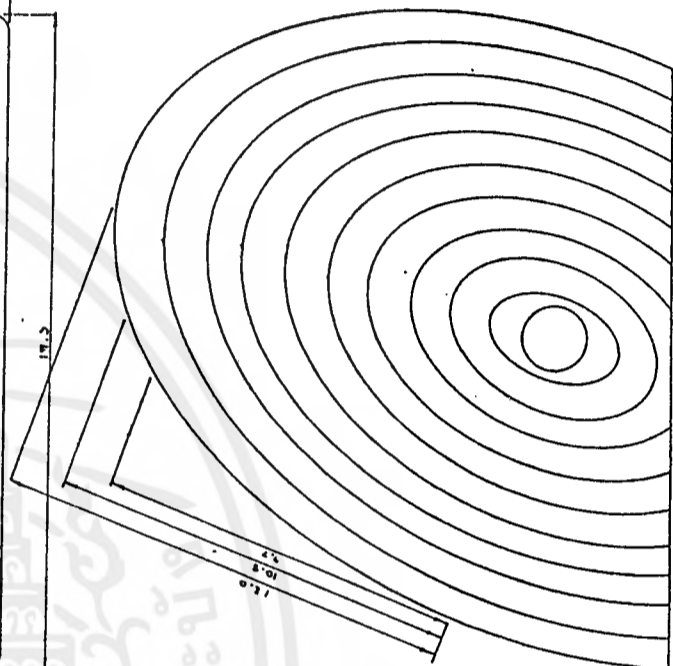
R.SIDE VIEW



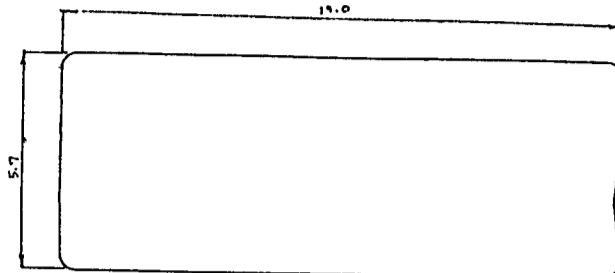
BACK VIEW



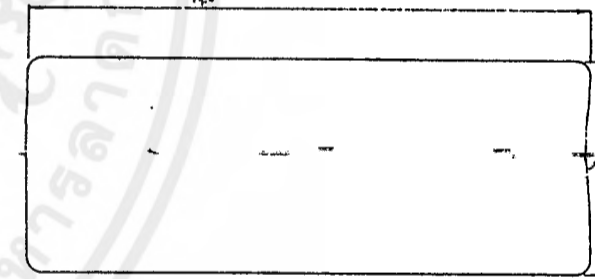
TOP VIEW



FRONT VIEW

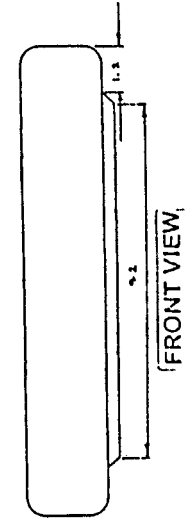
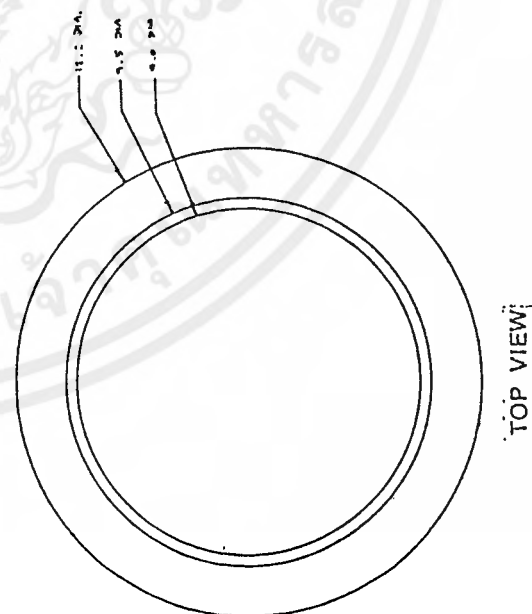
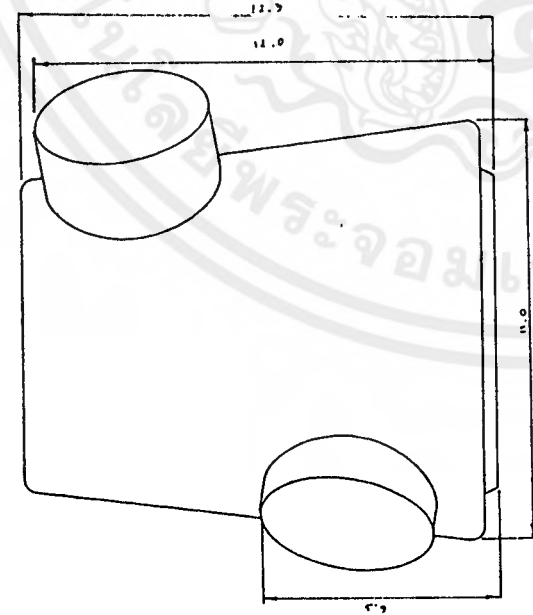
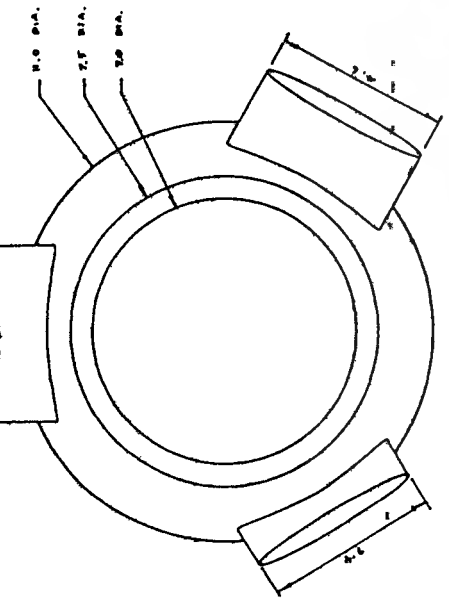
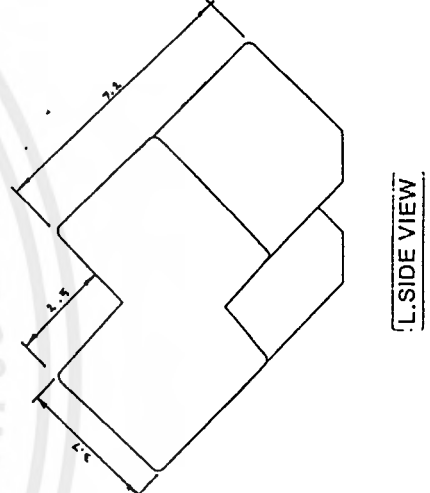
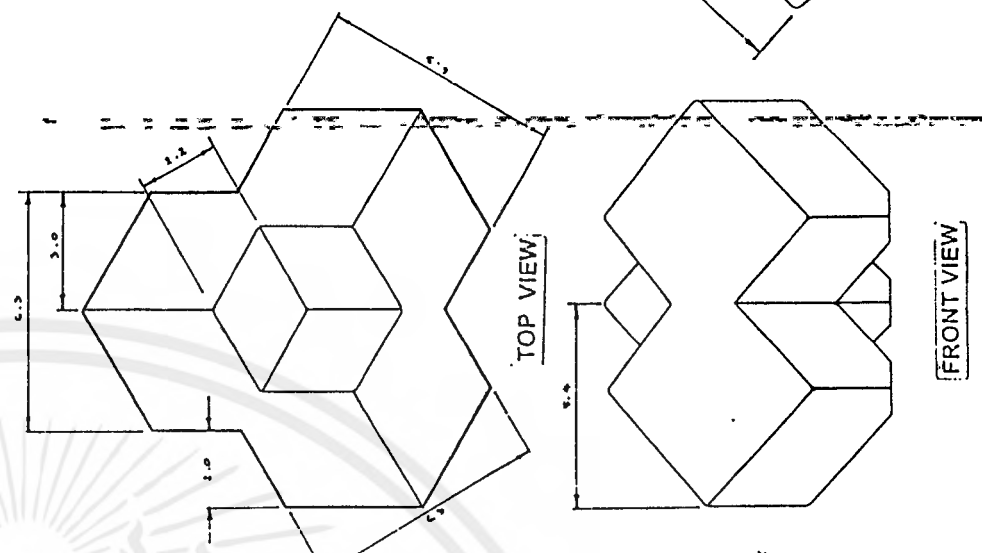
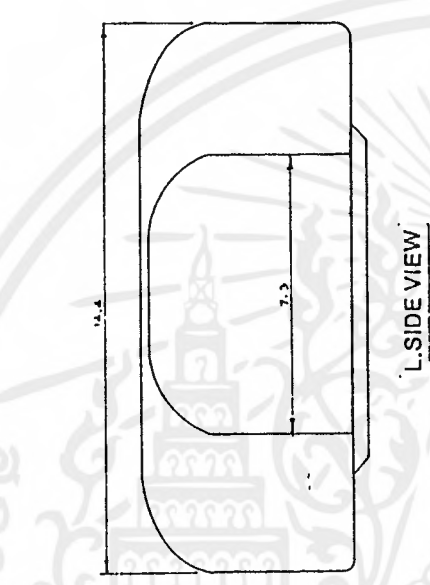
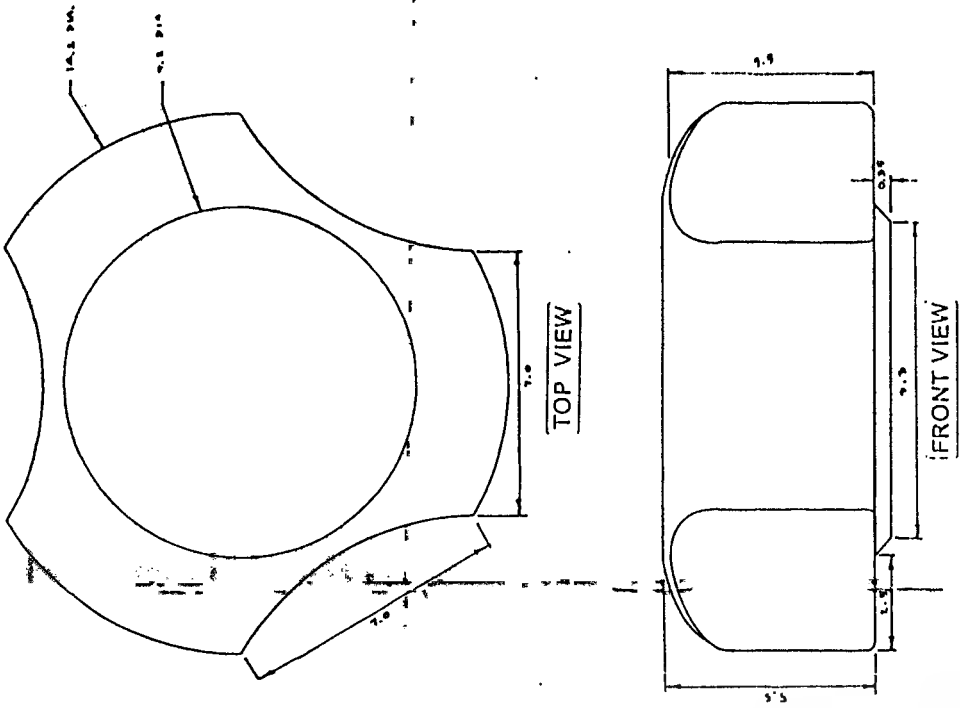


R.SIDE VIEW

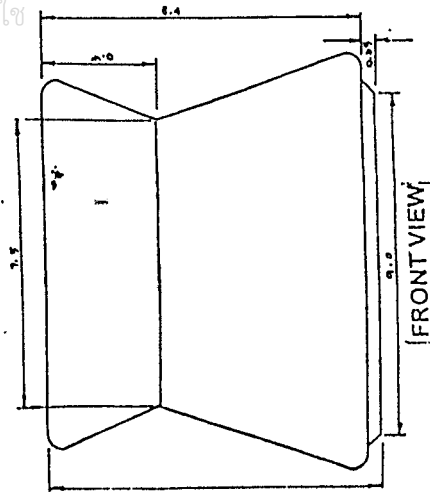
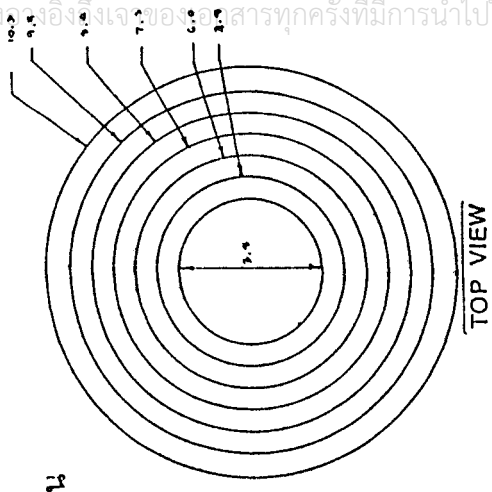
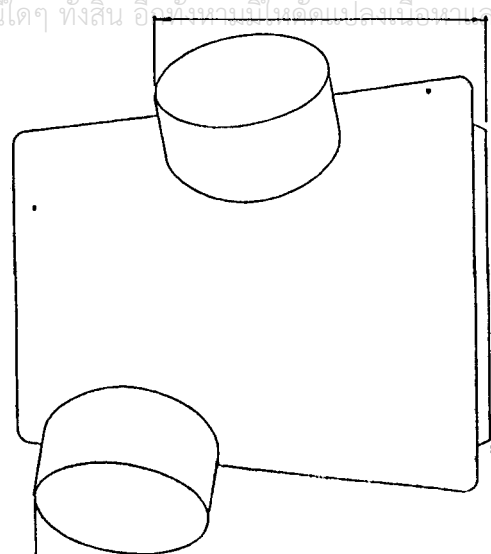


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับดูงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคสี่ของขนาดเล็ก



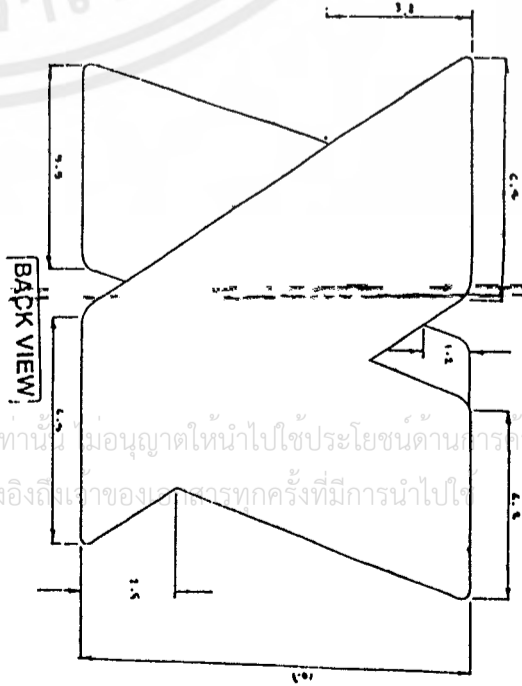
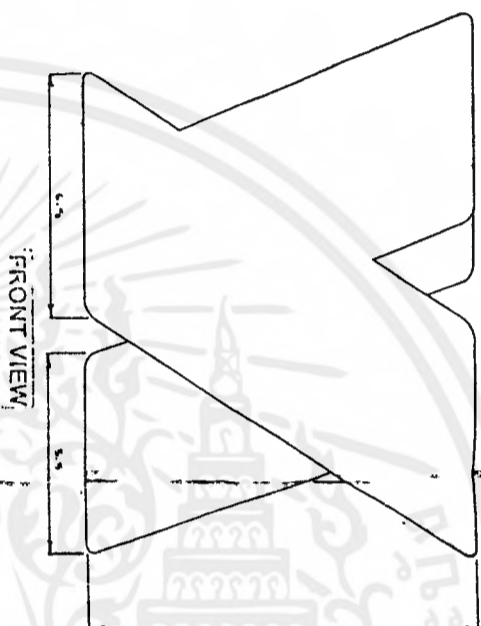
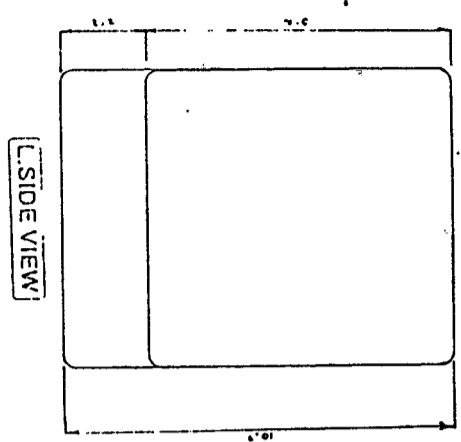
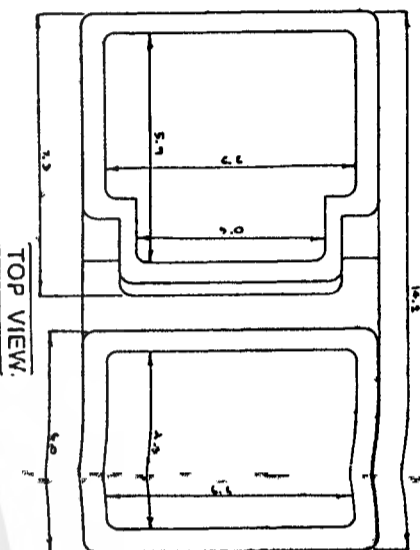
ที่ใส่เครื่องเขียน



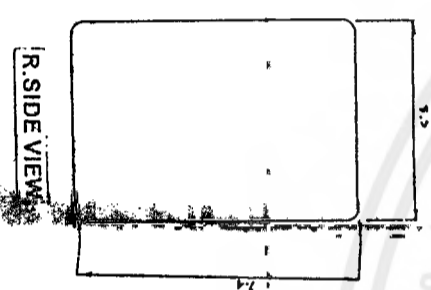
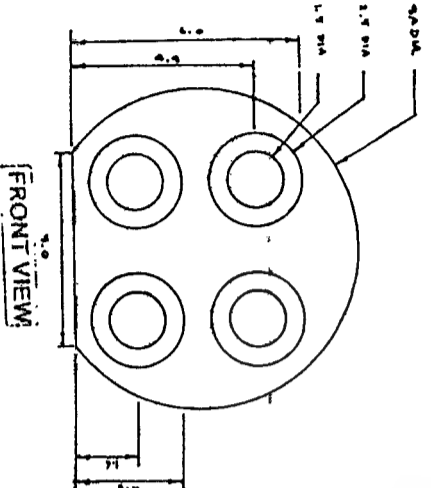
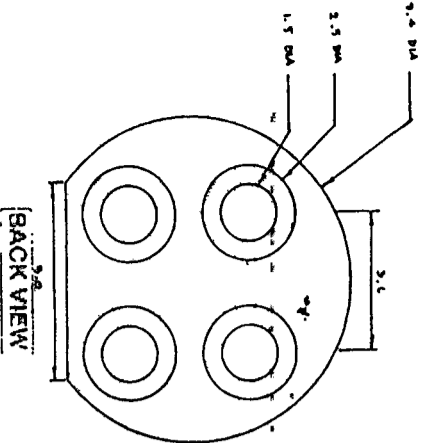
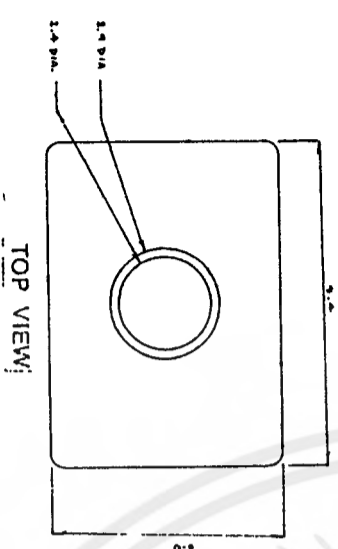
เครื่องเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยี่สิบห้าปีนับแต่ต้นฉบับนี้หมดอายุโดยไม่ต้องแจ้งให้เรารู้ ขอสงวนสิทธิ์ในเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

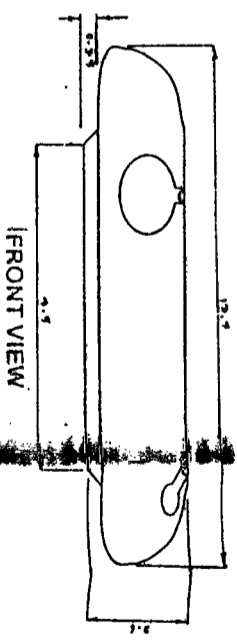
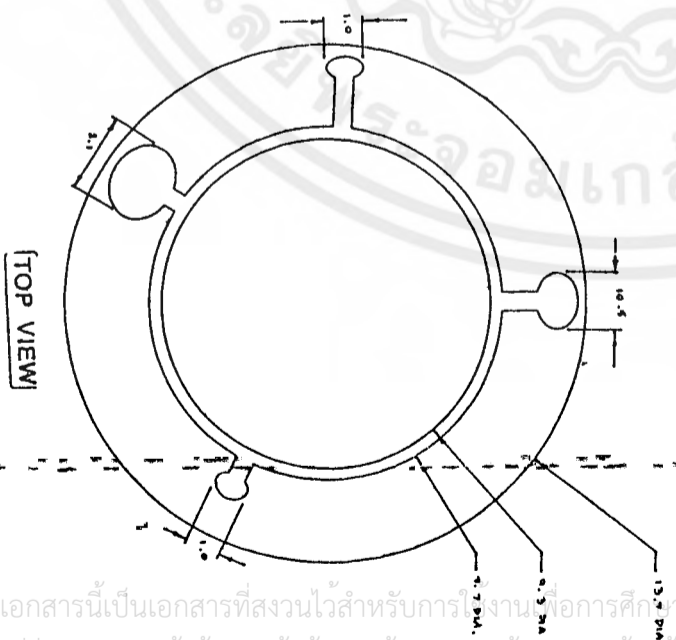
ทาสีเครื่องเขียน



เครื่องเขียน



จานรองแก้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วิจารณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการออกแบบ

โครงการออกแบบชุดของที่ระลึกเครื่องเคลือบดินเผา เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวพืชรภัณฑ์
'วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

- เชิงเทียน 2 รูปแบบๆ ละ 1 ชิ้น
- ที่ทับกระดาษ 2 รูปแบบๆ ละ 1 ชิ้น
- ที่กั้นหนังสือ 2 รูปแบบๆ ละ 2 ชิ้น
- จานรองแก้ว 2 รูปแบบๆ ละ 3 ชิ้น
- ถาดใส่ของ 2 รูปแบบๆ ละ 3 ชิ้น
- ที่ใส่เครื่องเขียน 2 รูปแบบๆ ละ 1 ชิ้น

รวมชิ้นงานทั้งหมด 22 ชิ้น โดยชิ้นงานทั้ง 2 รูปแบบประกอบด้วยการตกแต่งด้วย

เคลือบที่บิวและเคลือบสีที่บิว สิบนเคลือบและรูปลอก

ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานที่ตกแต่งด้วยเคลือบในเบื้องต้นคือ เเผาออกมาแล้วโดยใช้
ส่วนผสมตามสูตรแต่เคลือบไม่ทึบ ทำให้เห็นเนื้อดินคอมขาวดีซึ่งมีสีออกชมพู ผลงานที่ได้จึงไม่
ตรงกับรูปแบบที่ตั้งใจไว้ จึงต้องมีการเติม Tin Oxide เพิ่มลงไป แล้วเริ่มทดลองเผาใหม่ ทำให้เสีย
เวลาเป็นอันมาก

ส่วนเคลือบสีที่ใส่สแตลงไป แม้จะมีการทดลองเผาเพื่อดูสีแล้ว แต่ด้วยลักษณะข้อจำกัด
ของเนื้อดิน อุณหภูมิ อุปกรณ์และทักษะความชำนาญ ทำให้สีที่ได้อาจไม่ตรงกับรูปแบบที่ตั้งใจไว้

จะสังเกตเห็นว่าพื้นผิวบางส่วนของถาดใส่ของในรูปแบบที่ 1 และที่กั้นหนังสือที่เป็นโลก ใน
ส่วนที่ใช้สี Over glaze จะไม่เรียบเนื่องจากขาดความชำนาญในการผสมสีและการใช้พู่กัน ฉะนั้น
หากมีเวลาควรทดสอบว่าแต่ละสีมีอัตราส่วนในการผสมสีกับน้ำยาเป็นเท่าไร และทาที่ครั้งจึง
จะเหมาะสม

ข้อเสนอแนะของนักศึกษา

โดยชั้นงานทั้งหมด 22 ชั้นจะเห็นได้ว่าบางชั้นที่เป็นเคลือบที่บขาว ยังดูค่อนข้างออกเป็นสีครีม อันเป็นผลมาจากมีการทดสอบเผาเคลือบที่น้อยเกินไป เรื่องของขนาดจริงกับขนาดที่อยู่ในแบบซึ่งเผื่อการหดตัวของดินไว้ 15 % แต่ในการทำงานส่งผลให้อุณหภูมิในการเผาเคลือบเพียงแค่ 1050 องศาทำให้เปอร์เซ็นต์การหดตัวไม่ตรงกับแบบที่เขียนพอดี

อีกปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการหล่อชั้นงาน บังเอิญเป็นช่วงหน้าร้อน แต่ฝนตกแทบทุกวันซึ่งเมื่อหล่อชั้นงานติดต่อกันนาน ๆ จะทำให้แม่พิมพ์เกิดความชื้นสูง ทำให้ดูดซึมน้ำดินได้ช้า หากมีความเป็นไปได้ควรทำแม่พิมพ์เผื่อไว้หลายชุด จะทำให้การผลิตรวดเร็วและสะดวกยิ่งขึ้น

หากทำงานในโรงปฏิบัติงานด้วยตัวเองซึ่งจะเป็นการดีเพราะมีปัจจัยหลายอย่างของปัญหาที่เราจะไม่พบเลยในขณะที่ทำการออกแบบบนโต๊ะหากไม่ได้ลงมือปฏิบัติงานจริง

สำหรับการใช้รูปลอกในการตกแต่ง ควรเผื่อเวลาในการจำทำให้ล่วงหน้า เพราะเราจะไม่สามารถรู้ได้ว่าข้อผิดพลาดในการทำงานอาจจะเกิดขึ้นจากบุคคลอื่นที่เราร่วมงานด้วยทำให้เกิดความล่าช้าได้

ข้อสำคัญควรเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ให้พร้อม มีสมาธิในการทำงาน หากคนเป็นกำลังใจที่ดี และยิ้มให้ตัวเองในกระจกอย่างน้อยวันละ 2 เวลา

บรรณานุกรม

- 1 Englebert, Phillis., Astronomy & Space: from the big bang to the big crunch. Detroit :U.X.L., 1997.
 - 2 The Dorling Kindersley., Science Encyclopedia :Dorling Kindersley Limited, 1993
 - 3 ออลด์พูด, เกรแฮม., วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียนประถมศึกษาในอนาคต: องค์การยูเนสโก
 - 4 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย., โครงการศึกษาทั่วไป: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2531
 - 5 ภพ เลานไพบุลย์., แนวสอนวิทยาศาสตร์ :ไทยวัฒนาพานิช, 2537
 - 6 อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น., ธรณีวิทยา :คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 - 7 วิบูลย์ หวงวงษ์., วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบช่องโปร่งแสงเซรามิกส์ ประกอบกำแพงรั้วบ้าน สำหรับบริษัท บ้านพงษ์เพชร จำกัด :ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 - 8 จารุวัตร อัสวานิรมล., วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบและปรับปรุงภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับร้านอาหารอิตาเลียน เปียเนต้า :ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 - 9 จุฑามาศ สายัมพล., วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับตกแต่งตู้ปลา :ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 - 10 รณิดา มาลัยเวช., วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบภายในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ :ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 - 11 อภินันต์ จิตรกร., วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบสินค้าที่ระลึกเพื่อการจำหน่าย สำหรับส่งเสริมการท่องเที่ยว ชาร์ฟีเวิลด์ :ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- 12 สุกัญญา อัครกิตติเมธิน,วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการศึกษาการออกแบบ สิ่งพิมพ์ประชาสัมพันธ์ สำหรับองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ :ภาควิชานิเทศศิลป์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ประวัติการศึกษา

นาย เสนีย์ สิทธิสุพร

วุฒิการศึกษา

- ประถมศึกษาโรงเรียนสายน้ำทิพย์
- มัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนปทุมคงคา
- มัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนปทุมคงคา
- ปริญญาตรี ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้