เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตแบบแวนเดอกราฟ

VAN DE GRAAFF GENERATOR

นาย พัฒนา สมปรารถนา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และ วิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2526 – 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

วิทยานิพนธ์เรื่อง	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต
ชื่อนักศึกษา	นาย พัฒนา สมปรารุณา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผ.ศ. จันทร์ชัย หญิงประยูร
	อาจารย์ วินัย อุดมทรัพย์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณา และเห็นชอบแล้ว จึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2526 2527

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญส่ง ศิวโมกษธรรม)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เรื่อง	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิติแบบแวนเดอกราฟ
ชื่อนักศึกษา	นาย พัฒนา สมปรารถนา
ปีการศึกษา	2526

บทคัดย่อ

ความมุ่งหมาย เพื่อวิจัยออกแบบปรับปรุงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตแบบแวนเดอกราฟ สำหรับใช้เป็นอุปกรณ์การเรียนการสอน วิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 เรื่อง ความสัมพันธ์ของพลังงานในสนามไฟฟ้า

การดำเนินการวิจัย ได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดหลักสูตร วิชาฟิสิกส์ ในระดับมหาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 1 เนื้อหาวิชา วิธีการสอน การเกิดไฟฟ้าสถิต ในเรื่องความสัมพันธ์ของพลังงานในสนามไฟฟ้าการศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ตามวิทยาลัย หรือมหาวิทยาลัยที่มีการเรียนการสอน เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนตามต้องการของอุปกรณ์นอกจากนี้แล้วให้ศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่นปัญหาส่วนประกอบและระบบการทำงานที่สำคัญ ปัญหาปฏิบัติการทดลอง การเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่ถูกต้องเหมาะสม และการศึกษาขนาดสัดส่วนของผู้ใช้ทั้งครูและนักศึกษา เพื่อหาสัดส่วนเฉลี่ยที่เหมาะสม ในการนำมาออกแบบ จากนั้นเมื่อได้ข้อมูลที่ค้นคว้าทั้งหมด เพื่อประมวลเป็นข้อยุติในการออกแบบ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต ดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการเรียนการสอนในระดับมหาวิทยาลัย ศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ และข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสัมภาษณ์ อาจารย์และนักศึกษาตามวิทยาลัยและมหาวิทยาลัย ที่มีการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ นี้พบว่า...เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต ที่มีในปัจจุบันยังมีปัญหาในการปฏิบัติการทดลองอยู่มาก เป็นต้นว่า ปัญหาเกี่ยวกับประโยชน์ใช้สอย ส่วนประกอบที่สำคัญ ซึ่งมักจะเกิดอันตรายแก่ผู้ใช้สอยได้ง่าย ในเรื่องความไม่ปลอดภัยในการทดลองและเกิดความไม่สะดวกสะบายในการปฏิบัติการทดลองอีกประการหนึ่ง คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับรูปฟอร์ม เนื่องจากอุปกรณ์เดิมคำนึงถึงแต่การทดลองเพื่อให้นักศึกษารู้และเห็นจริง ซึ่งยังไม่ได้ปรับปรุงพัฒนาในด้านรูปทรงให้ดีขึ้น หรือ ด้านอื่น ๆ ที่สนับสนุนจิตวิทยาของผู้ใช้ให้เกิดความสนใจและกระตุ้นให้เกิดความต้องการหน้าใช้ขึ้น เพื่อที่จะดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ดังนั้นจากการศึกษาและวิจัยค้นคว้า ผู้วิจัยเห็นเป็นอย่างยิ่งว่า การมีการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาอุปกรณ์ให้ดีขึ้นซึ่งจะมีอิทธิพลในการเรียนการสอนในระดับนี้เป็นอย่างมาก ดังนั้นผลการวิจัยในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตนี้ จึงได้เป็นถึงประโยชน์ใช้สอย ในการเพิ่มความสะดวกสะบาย การออกแบบตามหลักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ เน้นถึงความปลอดภัยแก่ผู้ใช้และความเหมาะสมในการปฏิบัติการทดลองที่ถูกต้อง เป็นจริงพิสูจน์ได้และมีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ได้ผลในการศึกษาเป็นอย่างดี และรวมถึงความประหยัด ในด้านราคา งบประมาณการผลิตในระบบอุตสาหกรรมในประเทศ ซึ่งเป็นผลการศึกษาที่สืบเนื่องอย่างมากในการศึกษาและการดำรงชีวิตของอย่างมากทั้งในปัจจุบันและอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ข้อเสนอแนะ

1. ต้องศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ในการเรียนการสอน และความต้องการของผู้ใช้เป็นหลักพิจารณา
2. ต้องศึกษาขนาดมิติสัดส่วนของผู้ใช้ ในการปฏิบัติการทดลองอย่างละเอียด
3. ต้องศึกษางานออกแบบให้ถูกต้องตามหลักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์
4. ต้องศึกษาการเพิ่มความสะดวกสะบายแก่ผู้ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง
5. ต้องศึกษาความปลอดภัย หรืออันตรายที่จะเกิดแก่ผู้ใช้
6. ต้องคำนึงความประหยัดหรืองบประมาณ การผลิตที่ประหยัดมากที่สุด
7. ต้องคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์เรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตแบบแวนเดอกราฟ สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีโดยได้รับ ความร่วมมือจากผู้มีความรู้ นักวิชาการด้านต่าง ๆ ในการให้คำปรึกษาแนะนำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและการออกแบบจากบุคคลต่าง ๆ และสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ได้สำเร็จไปด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณผู้ให้การช่วยเหลือทุกท่าน ไว้ ณ. ที่นี้ด้วย

1. ผ.ศ. จันทร์ชัย หญิงประยูร	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2. อาจารย์ วินัย อุดมทรัพย์	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าลาดกระบัง
3. อาจารย์ อุดมศักดิ์ สารีบุตร	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าลาดกระบัง
4. อาจารย์ สุรสิทธิ ราตรี	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าลาดกระบัง
5. อาจารย์ ประเสริฐ ไกรสิงห์เดชา	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าลาดกระบัง
6. อาจารย์ วราวุธ เถาลัดดา	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าลาดกระบัง
7. อาจารย์ มหาวิทย์ วิทย์สหมุนี	วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ
8. ผ.ศ. วิชิตชรงค์ พุกกะคุรต์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9. ร.ศ. ดร. ภิญโญ นันยารชุน	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10. ร.ศ. ฉันทนา อิศรางกูร ณ อยุธยา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
11. คุณ ประมวล ศิริผันแกว	สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท.
12. คุณ วิชิต ศิริโชติ	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าลาดกระบัง
13. คุณ อารักษ์ ศรีสกุลเทียว	บริษัท ENG. CO. ltd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 มูลเหตุในการเสนอวิทยานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	2
1.3 ที่มาของปัญหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต	2–6
1.4 แนวทางแก้ปัญหา	7–12
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย	10
1.6 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล	11
1.7 ขอบเขตการออกแบบ	12
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์	12
บทที่ 2. การศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตแบบแวนเดอกราฟ	13
2.1 การศึกษาหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย	14–18
2.2 บทเรียนที่ต้องศึกษาด้วย–เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต	19
2.3 การศึกษาประวัติความเป็นมา	19
2.4 ตัวอย่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งในประเทศและนอกประเทศ	20
2.5 การศึกษาระบบการทำงาน	21–22
2.6 การศึกษาส่วนประกอบที่สำคัญ	23–29
2.7 การศึกษาอุปกรณ์–เครื่องมือที่ช่วยในการทดลอง	30–33
2.8 การศึกษาวิธีปฏิบัติการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต	33–35
2.9 การศึกษาประโยชน์ที่ได้รับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต	35
2.10 การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้	36
2.11 การศึกษาสภาพบรรยากาศการทดสอบและอุณหภูมิในการทดลอง	37–38
2.12 การศึกษาสภาพห้องเรียนและจำนวนนักศึกษา	39–42
2.13 การศึกษาขนาดสัดส่วนมนุษย์	43–46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หน้า

2.14 การศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต 47–58

2.15 การศึกษาจิตวิทยาของสี 59–61

บทที่ 3. การศึกษาวิธีดำเนินงานและรวบรวมข้อมูลวิทยานิพนธ์ 62

3.1 การรวบรวมข้อมูล 62

3.2 แหล่งข้อมูล 62

3.3 การสร้างและการใช้เครื่องมือ 63

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและตีความหมายข้อมูล 64–65

บทที่ 4. การวิเคราะห์ 66

4.1 การวิเคราะห์การทดลองปฏิบัติงาน 66–68

4.2 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนต่อการใช้งาน 69–78

4.3 การวิเคราะห์ส่วนประกอบและระบบการทำงาน 79–110

4.4 การวิเคราะห์รูปทรง 111–120

4.5 การวิเคราะห์วัสดุและกรรมวิธีการผลิต 121–134

4.6 การวิเคราะห์การใช้สีเหมาะสม 135–138

4.7 สรุปผลการวิเคราะห์ 139–141

บทที่ 5. การออกแบบ 142

5.1 แนวทางในการออกแบบ 142

5.2 การออกแบบขั้นต้น 143–144

5.3 การออกแบบขั้นสุดท้าย 146

บทที่ 6. การสรุปและข้อเสนอแนะ 147

6.1 การสรุป 147–148

6.2 ข้อเสนอแนะ 149–150

บรรณานุกรม 151–152

ภาคผนวก 153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญตาราง หน้า

ตารางที่ 1. แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนผู้ใช้ ชาย–หญิง 70
2. แสดงอัตราส่วนมิติมุมมองและการใช้สายตา 75
3. แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ทำโลหะทรงกลม 80
4. แสดงการเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนของโลหะทรงกลม 86
5. แสดงการเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนของโลหะทรงกลม 87
6. แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติที่ใช้ทำสายพาน 96
7. แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพของมอเตอร์ 98
8. แสดงการเลือกใช้มอเตอร์ 99
9. แสดงการวิเคราะห์สวิทช์ควบคุม 107
10. แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุ 109
11. แสงกการวิเคราะห์รูปทรงของกล่องฐานส่วนล่าง 114
12. แสดงการเปรียบเทียบลักษณะการทรงรูปร่างตั้งกับนอน 118
13. แสดงการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโลหะทรงกลม 122
14. แสดงการวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต 123
15. แสดงการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำท่อพลาสติกใส 127
16. แสดงการวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตท่อพลาสติกใส 128
17. แสดงการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของฐานบรรจุ 129
18. แสดงกรรมวิธีการผลิตโครงสร้างของฐานบรรจุ 130
19. แสดงการวิเคราะห์การใช้สีกับโลหะทรงกลม 136
20. แสดงการวิเคราะห์การใช้สีกับฐานบรรจุเครื่อง 137
21. แสดงการวิเคราะห์การใช้สีกับส่วนประกอบต่าง ๆ 138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต 20
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต 20
3. ระบบการทำงานของเครื่องไฟฟ้าสถิต 21
4. ภาพแสดงโลหะตัวนำทรงกลมกลวง 23
5. ลักษณะของหลอดพลาสติกใส 24
6. ภาพแสดงลักษณะหลอดพลาสติกใสและกล่องบรรจุฐาน 25
7. ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้า 26
8. ลักษณะการปรับมอเตอร์ 27
9. ลักษณะส่วนประกอบภายในของฝาครอบวงกลมด้านล่าง 28
10. ลักษณะของสายพานยาง 29
11. อุปกรณ์สำหรับทำให้เกิดประกายไฟฟ้า 30
12. เครื่องมือเก็บประจุไฟฟ้า 31
13. เครื่องทำให้เกิดประกายไฟฟ้า 31
14. เครื่องมือสำหรับตรวจไฟฟ้าสถิต 32
15. เครื่องมือสำหรับตรวจไฟฟ้าสถิต 32
16. อุปกรณ์ทำให้เกิดประกายไฟฟ้า 33
17. การทดลองเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าสถิต 33
18. ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ 40
19. มิติสัดส่วนของมนุษย์ (ชาย) 44
20. มิติสัดส่วนของมนุษย์ (หญิง) 45
21. ภาพแสดงลักษณะสัดส่วนการทดลองในท่ายืน 72
22. ภาพแสดงลักษณะสัดส่วนการทดลองในท่านั่ง 73
23. ภาพแสดงลักษณะพื้นที่ปฏิบัติการทดลอง 74
24. แสดงมุมมองกว้างสุด 76
25. แสดงมุมมองก้มเงยสูงสุดและต่ำสุด 76
26. มิติสัดส่วนของมือในการควบคุมและการจับ 77
27. ภาพแสดงลักษณะการปรับมอเตอร์ 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 28. ภาพแสดงโลหะตัวนำทรงกลม 79
29. ภาพแสดงลูกรอกที่อยู่ในฝาด้านล่างโลหะทรงกลม 89
30. ภาพแสดงลูกรอกและลักษณะการทำงาน 90
31. การเกิดประจุไฟฟ้าโดยการขัดสี 92
32. อิเลคโตรสโคปแผ่นโลหะ 92
33. การเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะ 93
34. การเหนี่ยวนำไฟฟ้า 93
35. ภาพแสดงลักษณะของสายพานยาง 95
36. ภาพแสดงวงจรระหว่างมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟ 100
37. ภาพแสดงสวิทช์และลักษณะการใช้งาน 101
38. ภาพแสดงสวิทช์และลักษณะการใช้งาน 102
39. ภาพแสดงลักษณะการใช้สวิทช์แบบเลื่อน 103
40. ภาพแสดงลักษณะการใช้นิ้วกดสวิทช์ 104
41. ภาพแสดงสวิทช์และปุ่มปรับต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุม ..... 105—106
42. ภาพแสดงสวิทช์ของหลอดพลาสติกใส 108
43. ภาพแสดงส่วนประกอบภายในของกล่องฐานส่วนล่าง 110
44. ภาพแสดงลักษณะหลอดพลาสติกใส 111
45. ภาพแสดงการวิเคราะห์มุมมองและการควบคุมด้วยมือ 116
46. ภาพแสดงลักษณะมุมมองและการปรับด้วยมือ 117
47. ภาพแสดงการออกแบบส่วนของงานหล่อพลาสติก 128
48. ภาพแสดงการวิเคราะห์การออกแบบส่วนของงานหล่อพลาสติก 129
49. ภาพแสดงกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีด 131
50. ภาพแสดงเครื่องกดรีด หรือ เครื่องปั๊มโลหะ 132
51. ภาพแสดงตารางการคำนวณการขึ้นรูปโลหะ 133
52. ภาพแสดงการคำนวณการขึ้นรูปโลหะ 134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 1

บทนำ

มูลเหตุในการเสนอวิทยานิพนธ์เรื่องนี้

การเรียนการสอนจะได้ผลสมความมุ่งหมายหรือไม่นั้นย่อมต้องอาศัยส่วนประกอบหลายอย่างประกอบกัน โดยเฉพาะตัวครูผู้สอนนอกจากจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่ตนสอนเป็นอย่างดีแล้ว ยังต้องอาศัยความสามารถในด้านการถ่ายทอดความรู้ ให้ผู้เรียนได้รู้และเกิดความเข้าใจ สามารถที่จะนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันได้ หรือ เป็นแนวทางในการประกอบอาชีพภายภาคหน้าที่ดีต่อตนเองและสังคม สิ่งที่ช่วยครูในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้เร็วขึ้นและเกิดประสิทธิภาพต่อผู้เรียนนั้นก็คือ "อุปกรณ์การสอนนั้นเอง" เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต (VAN DE GRAAFF GENERATOR) อุปกรณ์การทดลองชนิดหนึ่งในการนำมาศึกษาและประกอบเพื่อหาวิชาการเกิดไฟฟ้าสถิต ในหนังสือแบบเรียน ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 1 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ได้จัดทำขึ้นตามโครงการปรับปรุงหลักสูตร เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา จุดมุ่งหมายเพื่อให้นักศึกษา ได้ศึกษา และทดลองปฏิบัติงาน ซึ่งนั้นให้เกิดความเข้าใจในหลักวิชามากกว่า การท่องจำ โดยเริ่มจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและการทดลองเพื่อให้สนใจที่จะค้นหาเหตุผล และหลักความจริงด้วยตนเองหรือให้คุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล จากการให้นักศึกษาทดลองจากอุปกรณ์นี้ ยังเป็นผลสืบเนื่องอย่างมากต่อการดำรงชีวิตของนักศึกษาทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ด้วยเหตุผลความสำคัญที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักสูตร เนื้อหาวิชาและวิธีการสอนด้วยอุปกรณ์นี้ พบว่ามีข้อบกพร่อง และปัญหาความผิดพลาดที่ควรจะมีการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาอุปกรณ์นี้ให้ดีขึ้น ซึ่ง ควรที่จะมีการแก้ไขปรับปรุงในแง่มุมของปัญหาการใช้อุปกรณ์ในการปฏิบัติการทดลอง ดังเช่น

1. ผู้เรียน สามารถที่จะใช้อุปกรณ์ในการปฏิบัติการทดลอง ที่ทำให้เกิดความสะดวก สะบายให้ดียิ่งขึ้น เพราะเป็นการช่วยประหยัดเวลา และความสนใจหรือแรงงานในการปฏิบัติการทดลอง

2. สามารถปรับปรุงทำให้ผู้เรียนเข้าใจรวดเร็วขึ้น โดยการให้โสตประสาทสามารถรับได้หลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3. การปรับปรุงเพิ่มเติมส่วนประกอบหรือสร้างสิ่งที่ดึงดูดจุดสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้อย่างแม่นยำเป็นการกระตุ้นในการทดลองมากยิ่งขึ้น

4. ระบบการทำงาน ควรมีการปรับปรุงหรือดัดแปลง ให้เกิดความเหมาะสมสอดคล้องกับการเรียนการสอน

<u>วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์</u>

1. เพื่อนำมาออกแบบปรับปรุง และดัดแปลงจากอุปกรณ์เดิมให้เหมาะสมสำหรับนักเรียนและครูผู้สอน ในการทดลองให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด

2. เพื่อศึกษาวิธีการเรียนการสอน เฉพาะเนื้อหาวิชา การเกิดไฟฟ้าสถิต หนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ในระดับมหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 เท่านั้น

3. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ ถึงความสะดวกสบายในการใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการสอน โดยคำนึงถึง

3.1 หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย หรือ ลักษณะการทำงาน

3.2 ลักษณะความเหมาะสม และความต้องการโดยคำนึงถึงส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น

- ลักษณะรูปฟอร์ม
- ความแข็งแรงทนทาน
- ความปลอดภัย

<u>ที่มาของปัญหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต</u>

1. ปัญหาเกี่ยวกับหน้าที่ประโยชน์ใช้สอย ยังไม่อำนวยความสะดวกแก่นักศึกษาได้มากกว่าที่ควร ดังเช่น

1.1 ในการใช้ปฏิบัติการทดลองทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตขึ้นนั้น จะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำด้วยโลหะ อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นตัวนำบรรจุไฟฟ้า มาต่อเข้ากับเครื่อง ซึ่งเป็นปัญหามักจะเกิดการใช้ที่ไม่อำนวยความสะดวกเท่าที่ควร ซึ่งอาจต้องมีการประกอบหรือเปลี่ยนบ่อย ๆ ซึ่งหน้าที่ใช้สอยในการทดลองสนองแก่ผู้ใช้ไม่ได้มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1.2 ไม่อำนวยความสะดวกในการใช้เมื่อเริ่มการทดลอง ซึ่งอุปกรณ์เดิ ยังขาดข้อบกพร่องเหล่านี้ เช่น

– ปุ่มปรับมอเตอร์ ไม่มีชื่อแสดงกำกับ ให้ทราบถึงการปิด–เปิดเครื่อง หรือการปรับความเร็วของมอเตอร์ให้ชัดเจน

– สวิทช์ ปิด–เปิด อยู่ในปุ่มปรับเดียวกันกับมอเตอร์ซึ่งทำให้ผู้ใช้ไม่ทราบประโยชน์หรือหน้าที่ใช้สอยที่ถูกต้อง

โลหะตัวนำ ผู้ทำการทดลองต้องต่อเข้ากับเครื่อง ซึ่งจะเป็นจำพวกโลหะ ทำให้เกิดการชาดอุปกรณ์ ที่จำเป็นในการทดลอง

รูปร่าง สัดส่วนกับเนื้อที่ในการเข้าเครื่องทดลองปฏิบัติงาน

2. ปัญหาเกี่ยวกับระบบการทำงาน ส่วนประกอบที่สำคัญ

2.1 โลหะตัวนำทรงกลม เนื่องจากอุปกรณ์เดิมจะแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นฝาด้านบนและส่วนล่างจะยึดติดกับหลอดพลาสติคใส

ลักษณะการใช้ทดลอง เมื่อเปิดฝามีรูปร่างสัดส่วนที่ใหญ่ และ สูงกว่าระดับการทำงานที่เหมาะสมกับสัดส่วนคนไทยชายและหญิง

2.2 หลอดพลาสติคใส เนื่องจากอุปกรณ์เดิมยังไม่ได้มีการปรับปรุงส่วนประกอบส่วนนี้ให้ดีขึ้น มีลักษณะเป็นหลอดใสสามารถมองเห็น การทำงานของสายพานเคลื่อนที่ซึ่งควรปรับปรุงในแง่ของลักษณะการสังเกตุในการทดลอง โดยเน้นที่ ผู้ใช้สามารถประเมินผลได้

2.3 กล่องฐานบรรจุ อุปกรณ์เดิมโครงสร้างทำด้วยโลหะหล่อซึ่งอาจเป็นอันตรายแก่ผู้ใช้ เช่น การเกิดไฟดูดหรือ กระแสไฟรั่วได้ในขณะทำงานทดลอง

2.4 สายพานยาง เป็นส่วนประกอบการทำงานที่สำคัญ เมื่อไปสัมผัสกับลูกรอกจะเกิดการเสียดสีกัน จะเกิดบรรจุไฟฟ้าติดไปด้วยการเสียดสีกับโลหะปลายแหลมนี้ เมื่อใช้ไปนานเข้าจะทำให้ สายพานไม่เรียงติดกันเป็นเนื้อเดียว คือ เป็นขั้นหรือสันขึ้นมาเมื่อถูกโลหะปลายแหลมเข้าก็จะเกิดการชำรุดหรือฉีกขาดได้ง่าย

2.5 ลูกรอก วัสดุเดิมทำด้วยวัสดุต่างชนิดกันซึ่งมีปัญหาเกี่ยวกับลักษณะการถอดประกอบหรือ เลื่อนสายพานยาง ยุ่งยากลำบากและซับซ้อนต้องเสียเวลาใช้เครื่องมือในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เปลี่ยนหรือถอดประกอบชิ้นส่วนแขม

2.6 โลหะตัวนำวงกลม อุปกรณ์เดิมผู้ทำการทดลองต้องต่อวงจรประกอบเองและหาวัสดุที่เป็นโลหะมาใช้แทน ซึ่งเป็นการทดลองที่ไม่ได้เหมาะสมซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้ง่าย

2.7 โลหะปลายแหลม เป็นวัสดุที่ต่อเข้ากับโลหะทรงกลมและฉลองฐานบรรจุอุปกรณ์เดิมมักจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับโลหะปลายแหลมไม่สัมผัสหรือสัมผัสได้น้อยซึ่ง เป็นผลทำให้การทดลองล้มเหลว เช่น การเพิ่มบรรจุไฟฟ้าบวกและลบจะเกิดขึ้นช้า

2.8 ปุ่มปรับความเร็วของมอเตอร์ อุปกรณ์เดิมยังขาดการวิวัฒนาการปรับปรุงอย่างมากจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นดังเช่น

– การเปิด–ปิด สวิทช์มอเตอร์ ไม่มีชื่อแสดงกำกับให้ชัดเจน

– การเปิด–ปิด สวิทช์ไฟอยู่ในตัวเดียวกัน ซึ่งทำให้ผู้ใช้ไม่ทราบว่าเครื่องทำงานแล้วหรือยังไม่ทำงานซึ่งเป็นข้อผิดพลาดควรแก้ไข

3. <u>ปัญหาเกี่ยวกับรูปฟอร์ม</u>

เนื่องจากอุปกรณ์เดิมคำนึงถึงแต่การทดลองเพียงแค่ให้นักศึกษา ได้รู้และเห็นจริง แต่ยังไม่ได้ปรับปรุงพัฒนาในด้านรูปทรงให้ดีขึ้นหรือในด้านอื่นที่สนับสนุนจิตวิทยาของผู้ใช้ให้เกิดความสนใจและกระตุ้นให้เกิดความต้องการหน้าใช้ขึ้น ซึ่งมีส่วนประกอบอื่น ๆ อีกดังนี้คือ

– ความสวยงาม หรือ กระตุ้นให้เกิดความสนใจ

– ราคาหรือต้นทุนการผลิต

3.3 วัสดุที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการปรับปรุงใหม่

3.4 ขบวนการหรือกรรมวิธีการผลิต สามารถได้ในระบบอุตสาหกรรมในประเทศ

3.5 สัดส่วนของผู้เรียน, จำนวนนักเรียน, ขนาดของห้องปฏิบัติทดลอง และระยะหรือความสามารถในการมองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.1 รูปร่าง–รูปฟอร์ม ไม่ได้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้น เช่นไม่เป็นระเบียบหรือเป็นชุดที่เหมาะสมกับการศึกษาและมีคุณค่า

3.2 ไม่ดึงดูดความสนใจในด้านกราฟฟิคต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาทดลอง

3.3 รูปทรงมีน้ำหนักมากและสัดส่วนที่ใหญ่ไม่สะดวกในการทดลองหรือเคลื่อนย้ายลำบากซึ่งไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของคนไทย

4. ปัญหาเกี่ยวกับความปลอดภัย

4.1 อันตรายที่เกิดจากอุปกรณ์นี้สามารถเกิดขึ้นกับผู้ใช้ได้ง่าย เพราะชิ้นส่วนที่ใช้เป็นโครงสร้างปกคลุมส่วนระบบทำงานหรือวงจรต่าง ๆ ที่นำมาประกอบที่หลังไม่เรียบร้อยซึ่งอาจเกิดไฟดูดหรือรั่วได้ง่าย

4.2 อันตรายที่เกิดจากไฟช็อก เนื่องจากการพันสายเกิดการหักงอหรือไม่มีที่บรรจุสายไฟให้รัดกุมปลอดภัยในการใช้

4.3 พื้นฐานรองล่างไม่มีชนวน ที่ทำด้วยวัสดุจำพวกไม้หรือพลาสติกรองรับเครื่องเพื่อป้องกันไฟรั่วหรือดูดได้

4.4 อุปกรณ์เดิมไม่มีช่องระบายอากาศ ซึ่งเป็นข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขเพิ่มเติม ซึ่งเป็นปัญหาเมื่อเปิดเครื่องนาน ๆ จะทำให้เครื่องร้อนและเสียได้ง่ายเพราะไม่มีช่องระบายอากาศหรือระบายความร้อน

5. การบำรุงรักษาและซ่อมแซม

อุปกรณ์เดิมการถอดประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายลำบากและใช้เวลามากดังเช่น

5.1 การถอดประกอบเปลี่ยนสายพานยาง เมื่อเกิดการชำรุดหรือต้องการเปลี่ยนใหม่ ต้องใช้เครื่องมือเข้าช่วยในการถอดประกอบซึ่งทำให้เกิดการเสียเวลาและลำบากในการซ่อมแซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5.2 การทำความสะอาดหลอดพลาสติคได้ เพื่อเกิดฝุ่นละอองจับอยู่ภายในหลอด การถอดประกอบต้องใช้เวลามากในการทำความสะอาด

6. <u>ปัญหาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต</u>

เนื่องจากวัสดุส่วนมากที่ใช้ทำส่วนมากมีราคาแพงและต้นทุนการผลิตสูง ทำให้มีผู้ต้องการซื้ออุปกรณ์ชุดนี้น้อยเพราะราคาแพงส่วนมากจะเป็นบริษัทต่างประเทศ เป็นผลิตจำหน่าย สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีผู้ผลิตหรือประดิษฐ์ออกมาขายพอกับความต้องการในการเรียนการสอนได้มากมายในสาขาวิชาฟิสิกส์ ซึ่งปัจจุบันเป็นที่ต้องการนำมาใช้ในการเรียนการสอนในระดับวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยอย่างมาก.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

แนวทางแก้ปัญหา

1. หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย

โดยการปรับปรุงให้สามารถอำนวยความสะดวกด้านประโยชน์ใช้สอยในการทำงานและสมรรถภาพการทำงานมีประสิทธิภาพ คุณค่าที่ดีกว่าอุปกรณ์เดิมโดยแก้ไขปรับปรุงได้ดังนี้คือ.

1.1 ในการใช้ปฏิบัติการทดลอง ปรับปรุงให้สามารถอำนวยความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้ เช่น ขนาดสัดส่วน ความเป็นระเบียบเรียบร้อยให้เหมาะสมกับมาตรฐานในการทำการทดลอง

1.2 ปรับปรุงอุปกรณ์เดิมที่ยังขาดข้อบกพร่อง เหล่านี้ ดังเช่น

– ปุ่มปรับมอเตอร์ ปรับปรุงให้มีชื่อกำกับแสดงให้ทราบถึงการเปิด–ปิด หรืออาจจะเพิ่มเทคนิคในการทดลองให้เกิดผลการทดลองเพื่อนักศึกษาจะได้ทราบถึงผลการทดลองมากขึ้น เช่น การเพิ่มเทคนิคระดับความเร็วของมอเตอร์

– สวิทช์เปิด– เปิด ปรับปรุงให้แยกออกจากปุ่มปรับมอเตอร์เพื่อสะดวกในการจะได้ทราบว่าเครื่องกำลังทำงาน เช่น เพิ่มหลอดไฟแสดงให้เห็นเพื่อเพิ่มเทคนิคให้เกิดประสิทธิภาพและคุณค่างานที่ดี

– โลหะตัวนำทรงกลม ปรับปรุงให้ดีขึ้นเพราะเป็นตัวที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งโดยการทดลอง เช่น เพิ่มเติมที่จับ เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าหรือเพิ่มประโยชน์ในการใช้ที่สะดวกสบายมากขึ้น

2. ระบบการทำงานและส่วนประกอบที่สำคัญ

2.1 โลหะตัวนำทรงกลม ปรับปรุงให้เหมาะสมกับลักษณะการทำงาน เช่น การจับ การปิด–เปิดฝา ให้สะดวกและ มาตรฐาน เช่น

– ปรับปรุงโดยการลดส่วนให้เล็กลง ให้เหมาะสมกับสัดส่วนของคนไทย

2.2 หลอดพลาสติคใส ปรับปรุงหรือเพิ่มเทคนิคในด้านวิชาการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดผลดีมากขึ้น เช่น ปรับปรุงโดยการเพิ่มสเกลหรือขีดระดับในการที่วัด การเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ของสายพาน เช่น สังเกตการเคลื่อนไหวหรือการสั่น ความถี่ของสายพานซึ่งสามารถวัดและประเมินผลจดบันทึกการทดลองได้ง่ายและศึกษาง่ายขึ้น

2.3 กล่องฐานบรรจุ ปรับปรุงในด้านโครงที่จะผลิตซึ่งอาจจะผลิตด้วยพลาสติกหล่อซึ่งเป็นฉนวนป้องกันอันตรายจากไฟรั่วหรือดูดได้ ต้นทุนการผลิตต่ำ มีน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนย้ายสะดวกสบาย

2.4 สายพานยาง ปรับปรุงวัสดุที่ใช้ทำอาจจะเป็นจำพวกยางซึ่งสามารถหล่อเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั้งเส้น ผิวเรียบไม่เป็นคลื่น–ลัน เพื่อป้องกันการฉีกขาดได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับโลหะปลายแหลม.

2.5 ลูกรอก ปรับปรุงให้สามารถทำงานให้สะดวกขึ้น เช่น จุดหมุนที่คล่องแคล่วอิสระไม่ติดขัดหรือมีร่องจำกัดสายพานสามารถยึดไม่ให้หลุดออกจากสายพานได้ง่าย

2.6 โลหะปลายแหลม ปรับปรุงในด้านการเลือกใช้วัสดุหรือใช้วัสดุหรือใช้วัสดุโครงสร้างเดียวกันกับด้านอื่น ๆ แต่ต้องเป็นจำพวกโลหะปรับปรุงตำแหน่งการวาง การสัมผัสที่เหมาะสมกับสายพานเมื่อวิ่งมาสัมผัสได้แน่นอน เช่น อาจจะสามารถจับได้ตามความต้องการและเหมาะสมในการทดลอง

2.7 โลหะตัวนำทรงกลม ปรับปรุงสร้างอุปกรณ์เป็นชุดขึ้นใหม่โดยคำนึงถึงความเหมาะสมและปลอดภัยในการทำงาน เช่น ปรับปรุงให้มีสำหรับถือหรือการตั้งวางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมในการทดลอง

2.8 ปรับปรุงความเร็วมอเตอร์ เพิ่มเติมเทคนิคได้ดังนี้ คือ.

– มีชื่อกำกับแสดงให้ชัดเจน เช่น ช้า ปานกลาง หรือเร็วเป็นต้น

– การปิด– เปิดสวิทช์ไฟ โดยการแยกออกจากปุ่มปรับมอเตอร์เพื่อลดปัญหาความยุ่งยากสับสนในการใช้งาน

– มีหลอดไฟโชว์ให้ทราบว่าเครื่องมือทำงานแล้ว

3. <u>รูปฟอร์ม</u>

3.1 ปรับปรุงรูปทรงให้น่าใช้และเป็นระเบียบโดยคำนึงถึงจิตวิทยาของผู้ใช้ด้วย

3.2 ปรับปรุงให้เหมาะสมกับระดับการศึกษาและเพิ่มค่านิยมแก่ผู้ใช้ในระดับนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.3 ปรับปรุงให้ดึงดูดความสนใจเกี่ยวกับ สีสรร กราฟฟิค เพื่อกระตุ้น ให้เกิดความสนใจ น่าศึกษาทดลอง

3.4 ปรับปรุงลดสัดส่วนของอุปกรณ์ลงเพื่อเหมาะสมกับการทำงานได้ มาตรฐานตามหลักกายวิภาคของคนไทยทั้งชายและหญิง

3.5 ปรับปรุงให้ประหยัดเนื้อที่ในการวางอุปกรณ์บนโต๊ะทำงาน

4. ความปลอดภัย

ปรับปรุงเพิ่มเติมส่วนประกอบที่ป้องกันอันตรายอันจะเกิดขึ้น เช่น

4.1 ปรับปรุงโลหะตัวนำทรงกลมให้ได้มาตรฐานมีลักษณะการจับถือ ในการปฏิบัติงานหรือติดตั้งได้เหมาะสมกับการทดลองให้เกิดผลดี

4.2 ปรับปรุงฐานรองพื้นใช้วัสดุที่เป็นฉนวน

4.3 ปรับปรุงให้มีที่สำหรับเก็บอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย

4.4 ปรับปรุงเพิ่มเติมช่องระบายอากาศให้สามารถถ่ายเทความร้อน หรืออากาศในเครื่องได้สะดวก

5. การบำรุงรักษาและซ่อมแซม

5.1 ปรับปรุงให้สามารถถอดประกอบเปลี่ยนสายทานได้สะดวก

5.2 ปรับปรุงให้สามารถที่จะทำความสะอาดได้ง่ายโดยการใช้มือแทนเครื่องมือในถอดประกอบหรือซ่อมแซม เช่นปรับปรุงให้มีสลักหรือปุ่มสำหรับยึดหรือสามารถที่จะหมุนหรือถอดได้ง่ายดาย

6. วัสดุและ กรรมวิธีในการผลิต

6.1 ปรับปรุงวัสดุโดยเลือกวัสดุที่เหมาะสมและคำนึงถึงการผลิตได้ด้วย ระบบอุตสาหกรรม เช่น

– โลหะตัวนำทรงกลม วัสดุที่ใช้ทำควรจะเป็นพวกอลูมิเนียมหล่อซึ่งมี คุณสมบัติความความแข็งแรงทนทาน ราคาถูก และง่ายต่อการผลิต

– หลอดพลาสติกใน ปรับปรุงได้โดยใช้พลาสติกจำพวกอะคริลิค ซึ่งรู้จักกันดีซึ่งทั่ว ๆ ไปใช้ชื่อการค้าคำว่า " เพลกซิกลาส, ลูไซท์, โพลีกลาส " คุณสมบัติเป็นพลาสติก

ที่ใสที่สุดและทนทานพอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก และสามารถทำสีต่าง ๆ ได้

— กล่องบรรจุ ปรับปรุงโดยการใช้พลาสติคจำพวกอะคริลิค ซึ่งรู้จักกันดี

6.2 กรรมวิธีการผลิตใช้ระบบแบบฉีด ซึ่งเหมาะสมและใช้กันมากในระบบ อุตสาหกรรมโดยผลิตเป็นจำนวนมากและรวดเร็ว การปรับปรุงโดยคำนึงถึงวัสดุที่นำมาประกอบมีน้อยชิ้นสามารถประกอบได้ง่ายไม่ยุ่งยาก ราคาและต้นทุนการผลิตต่ำเหมาะกับความต้องการของผู้ใช้ให้มีคุณภาพดีกว่าอุปกรณ์เดิม.

<u>วิธีดำเนินการทำวิจัย</u>

1. ศึกษารายละเอียดจากหลักสูตรเพื่อหาวิชา วิธีการสอน การเกิดไฟฟ้าสถิตในแบบเรียนวิชา ฟิสิกส์ ระดับมหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 เท่านั้น

2. ศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ตามวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัยที่มีการสอนวิชาฟิสิกส์ เป็นข้อมูลสนับสนุนความต้องการอุปกรณ์

3. ศึกษาวิธีเกี่ยวกับกรรมการผลิตในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมในการวิจัยเพื่อเป็นแนวทางไปสู่การออกแบบใหม่

4. ศึกษาเกี่ยววัสดุ ที่ใช้เพิ่มเติม หรือสามารถทดแทนบางส่วนเพื่อลดต้นทุนการผลิตและ ให้ได้คุณภาพที่เหมาะสมกับความต้องการ

5. สรุปผลการวิจัยและ ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยและค้นคว้าหรือออกแบบปรับปรุงต่อไป

<u>ขอบเขตการศึกษาข้อมูล</u>

1. ศึกษาข้อมูลจากแหล่งที่มีอุปกรณ์ใช้ประกอบการสอนในวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในประเทศไทยเท่านั้น

2. ศึกษาข้อมูลจากผู้มีความรู้และทักษะความสามารถประสบการณ์ หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาฟิสิกส์ นี้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3. ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงหรืออุปกรณ์ที่ดัดแปลงมาใช้จาก เอกสาร รายงาน, หนังสือแบบเรียน หรือ หนังสือที่เผยแพร่ เกี่ยวกับอุปกรณ์นี้โดยเฉพาะ

4. ศึกษาข้อมูลจากแหล่งส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี หรือ หน่วยงานส่งเสริมที่เกี่ยวข้อง

5. ศึกษาจากการสำรวจโดยการสัมภาษณ์ หรือการให้แบบสอบถาม จากวิทยากร ผู้มีความรู้ จากแหล่งต่าง ๆ ดังหาข้อทั้ง 4 ข้างต้นประกอบสนับสนุน

ขอบเขตการออกแบบ

1. ออกแบบปรับปรุงเพื่อใช้สำหรับประกอบการเรียนการสอนวิชา ฟิสิกส์ ในระดับ มหาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 1 เท่านั้น และเป็นอุปกรณ์ที่มาตรฐาน
2. ออกแบบให้สามารถทดลอง หรือปฏิบัติงานเพียงคน ๆ เดียวได้
3. ออกแบบสามารถใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์
4. ออกแบบปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพการใช้งานและหน้าที่ใช้สอยดีกว่าอุปกรณ์เดิม
5. เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับทดลองเรื่องการกำเนิดกระแสไฟฟ้า เท่านั้น
6. ออกแบบให้สามารถผลิตได้ด้วยระบบอุตสาหกรรมในประเทศ
7. ต้นทุนการผลิต สามารถผลิตในลักษณะ(MASS PRODUCTION)ได้
8. ออกแบบให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกสบาย วัสดุทนทาน หรือการเก็บรักษา ซ่อมแซมได้สะดวก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์ เรื่องนี้ส่งเสริมในด้านการศึกษา

1. เพื่อประโยชน์เหมาะสม เป็นอุปกรณ์ ขั้นพื้นฐาน ในการเรียนและทดลองปฏิบัติ สำหรับ นักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 1 เพื่อเป็นแนวทาง ในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ และการศึกษาขั้นสูงต่อไป
2. เพื่อส่งเสริมเนื้อหาวิชาที่ปรากฏในหลักสูตรนี้โดยเน้น ให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจในหลักวิชามากกว่าการท่องจำ
3. เพื่อมุ่งเสริมสร้างเจตคติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปธรรมในลักษณะเป็นอุปกรณ์เข้าช่วยโดยเริ่มจากสถานการณ์ถามเป็นปัญหาและการทดลองเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4. ก่การปรับปรุงให้สอดคล้องกับหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ โดยผู้วิจัยพบว่าจะมีสิ่งช่วยอย่างมากแก่ผู้เรียน ทั้งการแก้ปัญหาชีวิตประจำวันทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ส่งเสริมในด้านความต้องการ

1. เพื่อให้เกิดประโยชน์หน้าที่ใช้สอย และมีสมรรถภาพการทำงานหรือระบบการทำงานที่ดี และเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. เพื่อให้เกิดความสะดวกสบาย ในการใช้ทดลองปฏิบัติงาน
3. ระบบการทำงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน หรือไม่เกิดให้แก้ปัญหาในการทดลอง
4. รูปร่างเหมาะสม น้ำหนักเบา แข็งแรงสวยงามทำใช้
5. ต้นทุนการผลิต เช่น วัสดุและกรรมวิธีการผลิตสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมภายในประเทศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 2

การศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต (VAN DE GRAAFF GENERATOR)

2.1 การศึกษาหลักสูตรการเรียนการสอนวิชา ฟิสิกส์ ในระดับมหาวิทยาลัย

การศึกษาหลักสูตรการเรียนการสอนวิชา ฟิสิกส์ ในระดับมหาวิทยาลัย ของสถาบันการศึกษา ขั้นอุดมศึกษาที่อยู่ในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ซึ่งได้มีการปรับปรุง หลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ ได้เริ่มมาตั้งแต่ ประมาณเดือนมกราคม พ.ศ. 2520 เพื่อทำการปรับปรุงหลักสูตร เช่น วิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ ให้เหมาะสมและทันสมัยก้าวหน้ายิ่งขึ้น และได้ใช้ร่วมกันในทุกสถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

การปรับปรุงพัฒนาหลักสูตรใหม่นี้ได้มีการวางหลักการสำคัญของหลักสูตร 4 ประการ คือ

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อให้เกิดความรอบรู้และเห็นคุณค่าของการศึกษาวิชาฟิสิกส์
3. เพื่อให้เป็นพื้นฐานที่นำไปสู่การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ขั้นสูงต่อไป
4. เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์และเกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิชาฟิสิกส์ที่มีผลต่อมวลมนุษย์ และสภาพสิ่งแวดล้อม

การศึกษารายละเอียดของหลักสูตร

สาขาวิชาฟิสิกส์ รับนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสาขาวิทยาศาสตร์หรือเทียบเท่า

รายละเอียดของหลักสูตร

จำนวนหน่วยกิตตลอดหลักสูตร 150 หน่วยกิต ใช้เวลาการศึกษาอย่างน้อย 4 ปี โดยแบ่งเป็นหมวดวิชาดังนี้

1. หมวดวิชาพื้นฐาน	57 หน่วยกิต
1.1 สังคมศาสตร์	
บังคับเรียน	2 หน่วยกิต
เลือกเรียน	4 หน่วยกิต
1.2 มนุษยศาสตร์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1.3 ภาษาศาสตร์		
บังคับเรียน	10	หน่วยกิต
1.4 วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์		
บังคับเรียน	27	หน่วยกิต
1.5 วิศวกรรมศาสตร์เบื้องต้น		
บังคับเรียน	8	หน่วยกิต
2. หมวดวิชาเฉพาะ	81	หน่วยกิต
2.1 วิชาพื้นฐานเฉพาะด้าน		
บังคับเรียน	39	หน่วยกิต
2.2 วิชาเอก		
บังคับเรียน	42	หน่วยกิต.
3. หมวดวิชาเลือกและ/หรือวิชาโท	12	หน่วยกิต
3.1 วิชาโท		
เลือกเรียน	6	หน่วยกิต
3.2 วิชาเลือกอิสระ		
เลือกเรียน	6	หน่วยกิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

มพ
พ 532 ค
2527

โปรแกมการศึกษา

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(บรรยาย – ปฏิบัติ)
35101	อังกฤษ 1	3	(2–3)
36191	คณิตศาสตร์สำหรับเคมีและฟิสิกส์ 1	4	(4–0)
37101	ฟิสิกส์ทั่วไป 1	4	(3–3)
38101	เคมีทั่วไป 1	3	(2–3)
13101	ฝึกงานวิศวกรรม 1	2	(0–6)
13103	การอ่านแบบวิศวกรรม 1	2	(1–3)
.....	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	2	(2–0)
		20	(14–18)

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	(บรรยาย– ปฏิบัติ)
35102	อังกฤษ 2	3	(2–3)
36192	คณิตศาสตร์สำหรับเคมีและฟิสิกส์ 2	4	(4–0)
37102	ฟิสิกส์ทั่วไป 2	4	(3–3)
38102	เคมีทั่วไป 2	3	(2–3)
13102	ฝึกงานวิศวกรรม 2	2	(0–6)
13104	การอ่านแบบวิศวกรรม 2	2	(1–3)
.....	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	2	(2–0)
35008	กิจกรรมพลศึกษา 1	1	(0–3)
	รวม	21	(14–21)

000019 ๐๑๓๓๑
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(บรรยาย – ปฏิบัติ)
35201	อังกฤษสำหรับวิทยาศาสตร์ 1	2	(2–0)
36291	คณิตศาสตร์สำหรับเคมีและฟิสิกส์ 3	3	(3–0)
37203	กลศาสตร์ทางฤกษฎี	3	(3–0)
37205	การวิเคราะห์และทฤษฎีวงจรไฟฟ้า	3	(3–0)
37307	การวัดทางไฟฟ้า	3	(2–3)
37211	ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1	1	(0–3)
.....	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	2	(2–0)
35009	กิจกรรมพลศึกษา 2	1	(0–3)
	รวม	18	(15–9)

ปีที่ 2 ภาคฉวีรศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	(บรรยาย – ปฏิบัติ)
35202	อังกฤษสำหรับวิทยาศาสตร์ 2	2	(2–0)
36292	คณิตศาสตร์สำหรับเคมีและฟิสิกส์ 4	4	(2–0)
37202	ฟิสิกส์เชิงเคมี	3	(2–3)
37204	ฟิสิกส์ของอะตอมและนิวเคลียส	3	(3–0)
37206	ฟิสิกส์ทางฤกษฎี 1	3	(3–0)
37212	ปฏิบัติการฟิสิกส์ 2	1	(0–3)
37214	ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า	3	(3–0)
37216	โปรแกมคอมพิวเตอร์ทางวิทยาศาสตร์ 1	3	(2–3)
	รวม	20	(17–9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(บรรยาย–ปฏิบัติ)
37301	ทัศนศาสตร์กายภาพ	3	(3–0)
37303	การแพร่ของคลื่นวิทยุ	3	(3–0)
37304	ฟิสิกส์ควอนตัม 1	3	(3–0)
37311	อีเล็กโทรนิกส์ 1	3	(3–0)
37313	ปฏิบัติการอีเล็กโทรนิกส์ 1	2	(0–6)
37315	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางวิทยาศาสตร์ 2	3	(2–3)
37307	ฟิสิกส์ทางฤกษฎี 2	3	(3–0)
	รวม	20	(17–9)

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	(บรรยาย–ปฏิบัติ)
37302	วงจรอีเล็คโทรนิกส์	3	(3–0)
37312	อีเล็กโทรนิกส์ 2	3	(3–0)
37314	ปฏิบัติการอีเล็กโทรนิกส์ 2	2	(0–6)
37316	โครงสร้างของอะตอมและฟิสิกส์โซลิดสเทท	3	(3–0)
37392	การควบคุมคุณภาพและการวิเคราะห์ราคา	3	(3–0)
.....	วิชาเลือกอิสระ	3	(3–0)
.....	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	2	(2–0)
	รวม	19	(17–6)

37498 ฝึกงานอย่างน้อย 150 ชั่วโมงในช่วงเวลาปิดภาคฤดูร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(บรรยาย–ปฏิบัติ)
37401	ฟิสิกส์โซลิดสเตท	3	(3–0)
37403	สิ่งประดิษฐ์และวัสดุสารกึ่งตัวนำ	3	(3–0)
37405	ปฏิบัติการฟิสิกส์ 3	1	(0–3)
37495	โครงงานพิเศษ 1	3	(0–9)
.....	วิชาโทเลือก	3	(3–0)
.....	วิชาเลือกอิสระ	3	(3–0)
.....	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	2	(2–0)
	รวม	18	(14– 12)

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	(บรรยาย –ปฏิบัติ)
37404	อีเล็กโตรนิกส์ควอนตัมและกายภาพ	3	(3–0)
37492	การจัดองค์การและการบริหารทางอุต-สาหกรรม	3	(3–0)
37494	สัมนา	1	(0–2)
37496	โครงงานพิเศษ	3	(0–9)
.....	วิชาโทเลือก	3	(3–0)
	รวม	13	(9–11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.2 บทเรียนที่ต้องศึกษาด้วย เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต

บทเรียนที่ต้องศึกษาด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต คือ บทที่ 12 อันตรกิริยาทางไฟฟ้า ซึ่งมีเนื้อหาวิชาดังนี้ คือ

- การศึกษา การเกิดประจุไฟฟ้า
- กฎของคูลอมบ์
- สนามไฟฟ้า
- สนามไฟฟ้าของจุดประจุไฟฟ้า
- ศักย์ไฟฟ้า
- ควอนไทเซชันของประจุไฟฟ้า
- หลักการคงตัวของประจุไฟฟ้า
- ความสัมพันธ์ของพลังงานในสนามไฟฟ้า
- กระแสไฟฟ้า

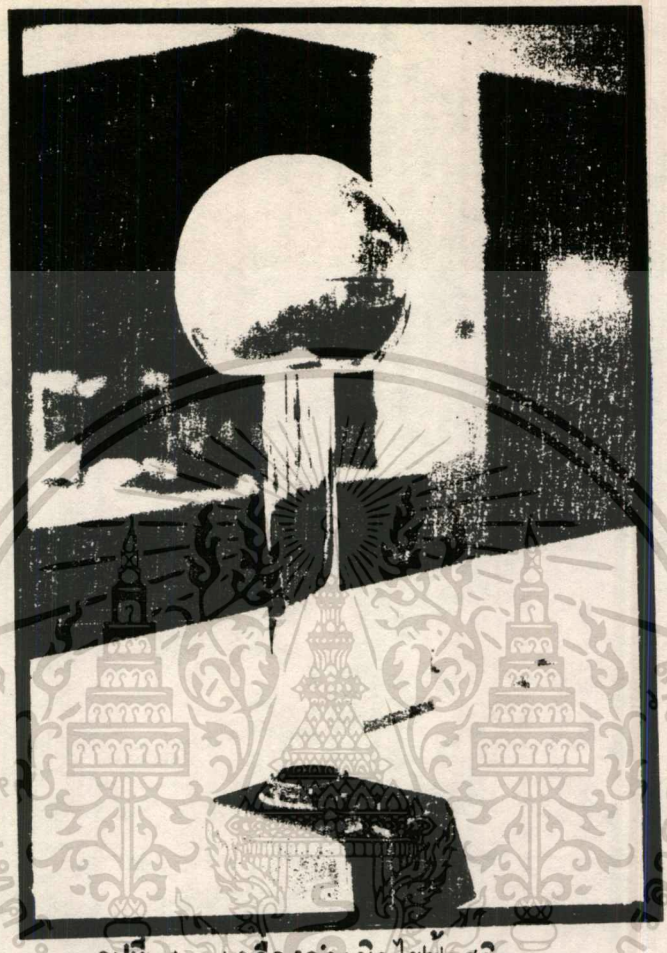
2.3 การศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต

การศึกษาประวัติความเป็นมาและวิวัฒนาการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต เริ่มในปี ค.ศ. 1890 LORD KELVIN ได้สร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประจุไฟฟ้าสถิตขึ้น ต่อจากนั้น ในปีค.ศ. 1931 R.J. VAN DE GRAAFF. ได้ทำให้อุปกรณ์ชิ้นนี้มีประโยชน์ในทางปฏิบัติการทดลองเกิดการประจุไฟฟ้าที่สำคัญมาก ในฟิสิกส์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตนี้สามารถทำประจุไฟฟ้าได้คราวละมาก ๆ และสามารถทำให้มีศักดาไฟฟ้าได้สูง นับเป็นหลายล้านโวลต์ คือใช้ความต่างศักดาที่ผลิตขึ้นได้ไปเร่งอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าให้มีพลังงานอยู่ในระดับสูง ลำของอนุภาคที่มีพลังสูงนี้ มีประโยชน์ต่อการทดลองเรื่อง ATOM SMASHING และมีประโยชน์มากในการศึกษาวิชาไฟฟ้าชั้นสูงและในการวิจัยนิวเคลียร์ ฟิสิกส์

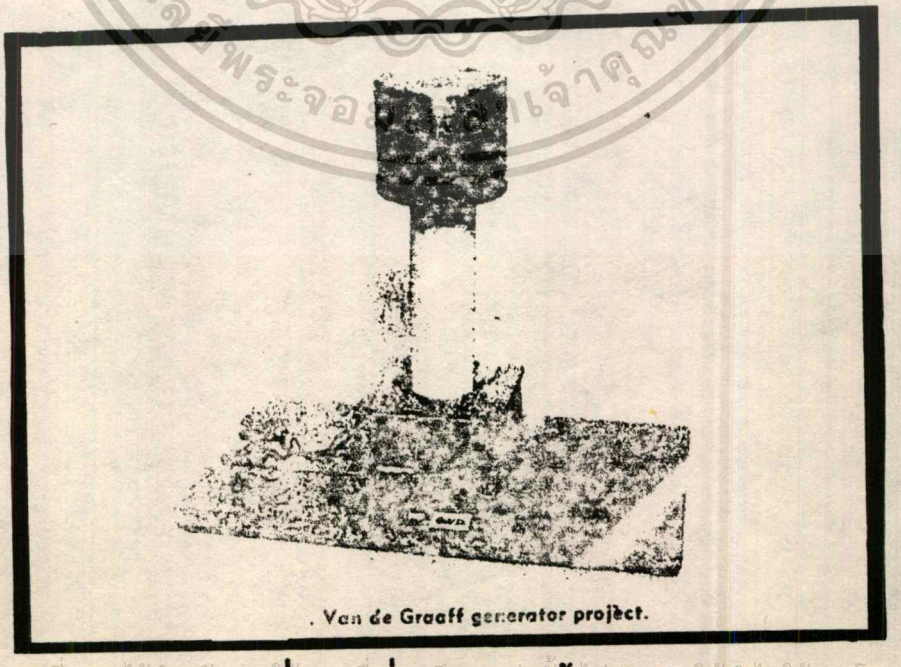
2.4 ตัวอย่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.4 ตัวอย่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ



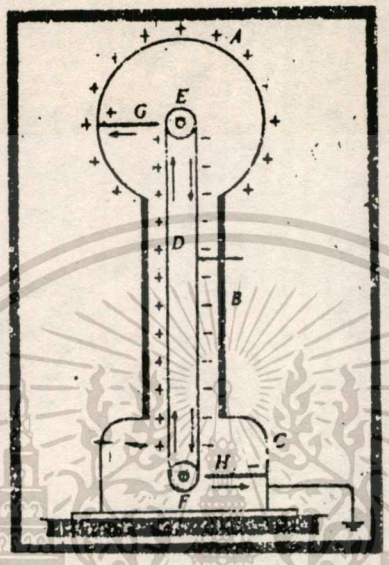
รูปที่ 1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต



รูปที่ 2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.5 การศึกษาระบบการทำงาน



รูปที่ 3 ระบบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต

ขบวนการทำงานของเครื่องมือมีดังนี้ ตัวนำทรงกลมกลวง A วางบนฉนวน B ซึ่งอยู่บนฐาน C ที่จ่อลงพื้นดินภายในมีสายพานพันรอบลูกรอก E และ F (ลูกรอกนี้สามารถหมุนได้โดยต่อเข้ากับมอเตอร์) ลูกรอก E และ F นี้ทำด้วยวัตถุต่างชนิดกัน และเมื่อสายพาน D สัมผัสกับ F ก็จะเกิดประจุบวก สัมผัสกับ E ก็จะเกิดประจุลบ สำหรับโลหะปลายแหลม G (ต่อเข้ากับทรงกลม A) กับ M (ต่อเข้ากับฐาน C) ก็จะรวบรวมประจุบวกและลบที่เกิดตามลำดับ

เมื่อสายพาน D ไปสัมผัสกับลูกรอก (เกิดการเสียดสีกัน) ก็จะเกิดประจุไฟฟ้าติดไปด้วยจะเห็นว่าด้านซ้ายของสายพานก็จะนำประจุไฟฟ้าบวกขึ้นไปยังทรงกลม A โดยผ่านปลายแหลม G

ในขณะที่ประจุบวกผ่าน G นี้ก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดประจุบนทรงกลม A ได้ เพราะโลหะมีปลายแหลมจึงทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนของอากาศที่อยู่ระหว่างปลายแหลมกับสายพานสามารถเคลื่อนไปสู่ทรงกลม A ได้

หลังจากสายพานสัมผัสลูกรอก E ก็จะเกิดประจุไฟฟ้าลบ (ทางด้านขวาของสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสาร

ต่อลงดินเสมือนเป็นการเพิ่มประจุไฟฟ้าบวกขึ้นจะเห็นว่าเครื่องมือนี้เป็นการเพิ่มประจุไฟฟ้าบวกภายในทรงกลม

เนื่องจากภายในตัวนำนี้ไม่มีสนามไฟฟ้าประจุไฟฟ้าก็เคลื่อนไปตามแท่งโลหะปลายแหลมไปสู่ผิวนอกของตัวนำทรงกลมเรื่อย ๆ จึงทำให้ตัวนำทรงกลมมีศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จนมากพอที่จะทำให้มีสนามไฟฟ้าขนาดสูงพอที่จะทำให้เกิดการถ่ายประจุไฟฟ้าผ่านอากาศได้ ศักย์ไฟฟ้าที่สูงมากนี้สามารถเร่งอนุภาคให้มีพลังงานจลน์ได้ จากผลการเร่งนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การยิงอนุภาคที่มีพลังงานจลน์สูงไปชนเป้าแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ในนิวเคลียร์ ต่อไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.6 การศึกษาส่วนประกอบที่สำคัญ

1. โลหะตัวนำทรงกลม ทำหน้าที่ เป็นตัวนำประจุไฟฟ้าบวกหรือ โปรตรอน PROTON ด้านในของโลหะทรงกลม จะมีลักษณะกลวง ภายในตัวนำนี้จะไม่มีสนามไฟฟ้า แต่ ประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ไปตามแห่งโลหะหลายแหลม ซึ่งจะจ่อหรือใกล้กับสายพาน ก็จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าขึ้น ที่ผิวนอกของโลหะตัวนำทรงกลม เมื่อมีศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จนมากพอที่จะทำให้มีสนามไฟฟ้าขนาดสูงก็จะทำให้เกิดการถ่ายประจุไฟฟ้า ผ่านอากาศได้

รูปที่ 4ภาพแสดงโลหะตัวนำทรงกลมกลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1. หลอดพลาสติกใส ทำหน้าที่เป็นฉนวนไฟฟ้าหรือไดอิเลคตริก DIELECTRIC คือ วัสดุที่วางขวางกั้น ไม่ยอมให้บรรจุไฟฟ้า ผ่าน มีลักษณะเป็นหลอดพลาสติกใสและมีลักษณะ— กลวง ในการทดลอง จะสังเกตเห็น ลักษณะการทำงานของสายพานเคลื่อนที่ได้ง่าย

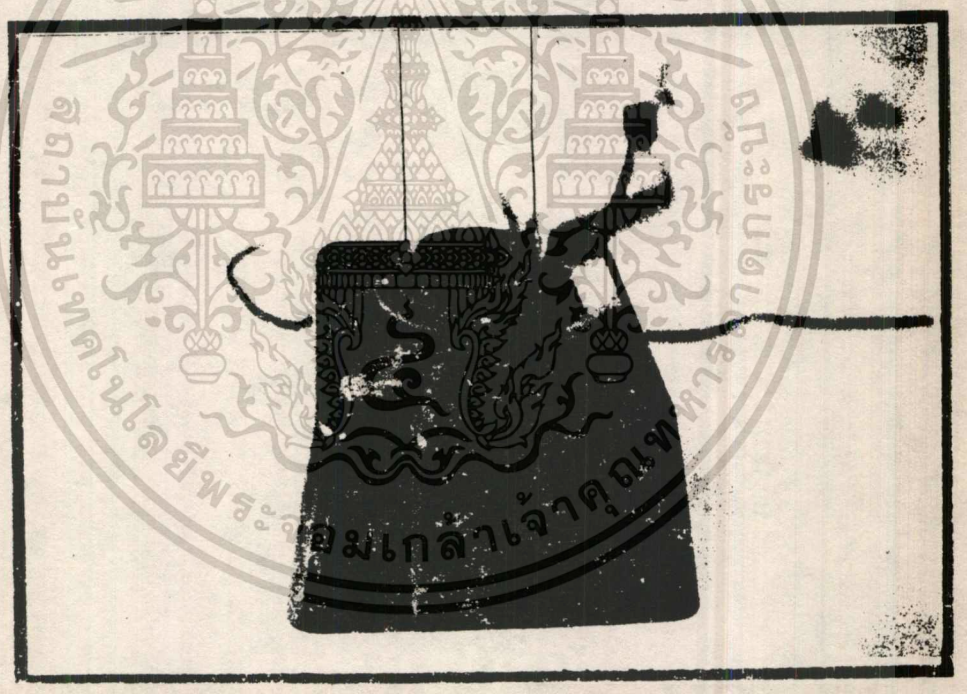
รูปที่ 5 ลักษณะของหลอดพลาสติกใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3. กล่องฐานส่วนล่าง ทำหน้าที่รองรับโลหะตัวนำทรงกลมและหลอดพลาสติกใสภายในกล่อง จะมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้คือ

3.1 โลหะปลายแหลม ทำด้วยโลหะที่เป็นตัวนำไฟฟ้า ปลายแหลมของโลหะนี้จะจ่ออยู่ใกล้สายพาน ทางด้านเคลื่อนที่นำประจุไฟฟ้าขึ้นไป และจะช่วยต่ออยู่กับขั้วบวกของตัวจ่ายประจุไฟฟ้า

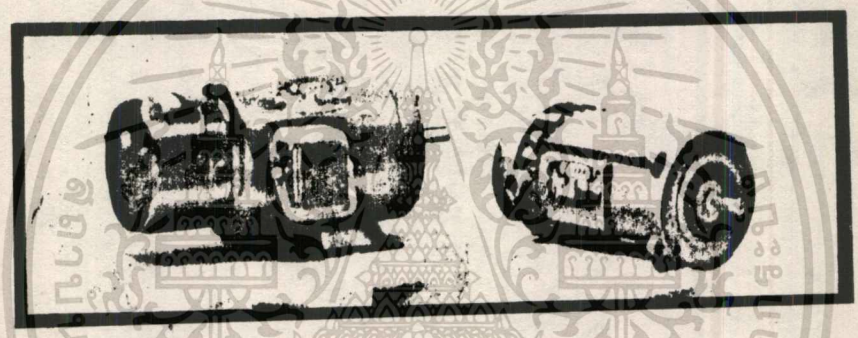
รูปที่ 6 รูปภาพแสดงลักษณะหลอดพลาสติกใสและกล่องฐานบรรจุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.2 มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 220 โวลต์ ทำหน้าที่ทำให้รอกตัวล่างหมุนเพื่อนำสายพานเคลื่อนที่ขึ้นไปอีกด้านหนึ่ง จะเคลื่อนลง ก็จะนำหรือรัง ประจุไฟฟ้าบวกอิสระโดยการสัมผัสกับโลหะปลายแหลม ขึ้นไปข้างบนสู่ภายในของโลหะตัวนำทรงกลม

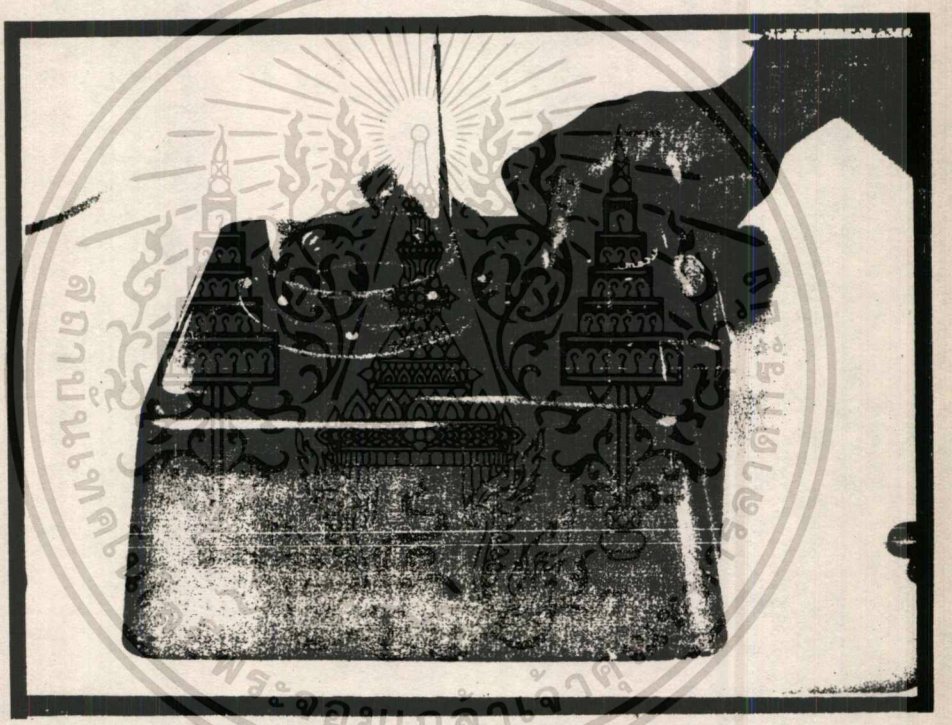
รูปที่ 7 รูปภาพแสดงลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4. สวิทช์ ปิด–เปิด ทำหน้าที่ ปิดหรือเปิดให้เครื่องสามารถทำงานลักษณะตำแหน่งของสวิทช์จะอยู่ตรงกลางของกล่องฐานส่วนล่าง

รูปที่ 8 รูปภาพแสดงลักษณะการปรับมอเตอร์



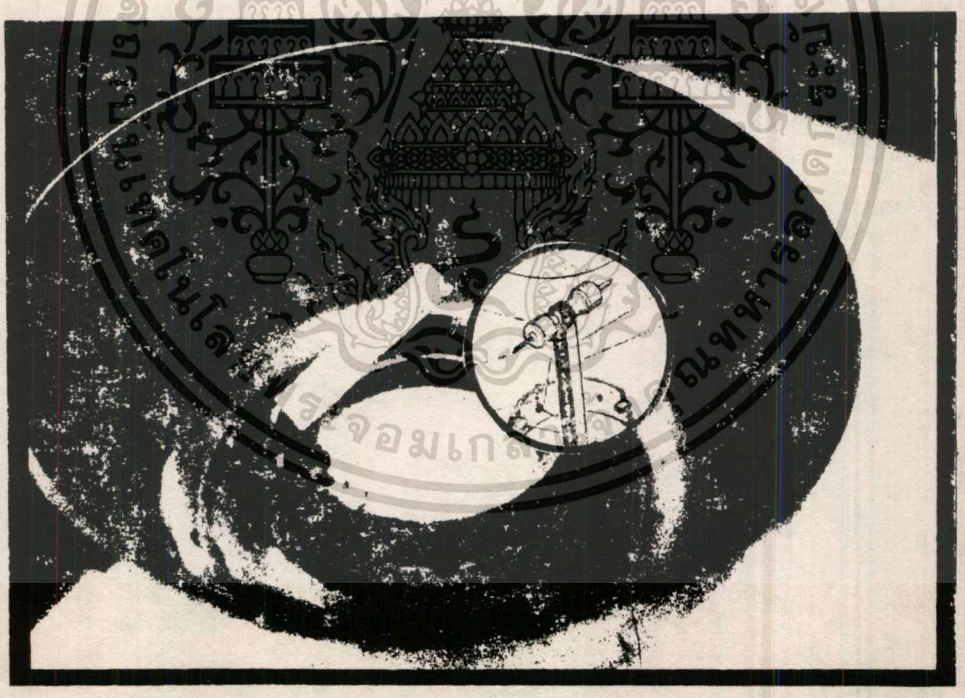
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5. ลูกรอก PULLEY ทำหน้าที่ รองรับสายพานซึ่งหมุนได้คล่อง ต่ออยู่ภายในโลหะตัวนำกลวง ตัวหนึ่ง และอีกตัวหนึ่งจะติดอยู่กับมอเตอร์ เพื่อขับให้สายพานนำประจุไฟฟ้า ขึ้นและลงตามลำดับ ลูกรอกทั้ง2 จะทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ต่างชนิดกัน ดังนี้คือ

5.1 ลูกรอกที่อยู่ในโลหะตัวนำกลมกลวง จะเป็นวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าจำพวกไม้ WOOD PULLEY

5.2 ลูกรอกที่ติดอยู่กับมอเตอร์ จะใช้วัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าจำพวกพลาสติก PLASTIC PULLEY

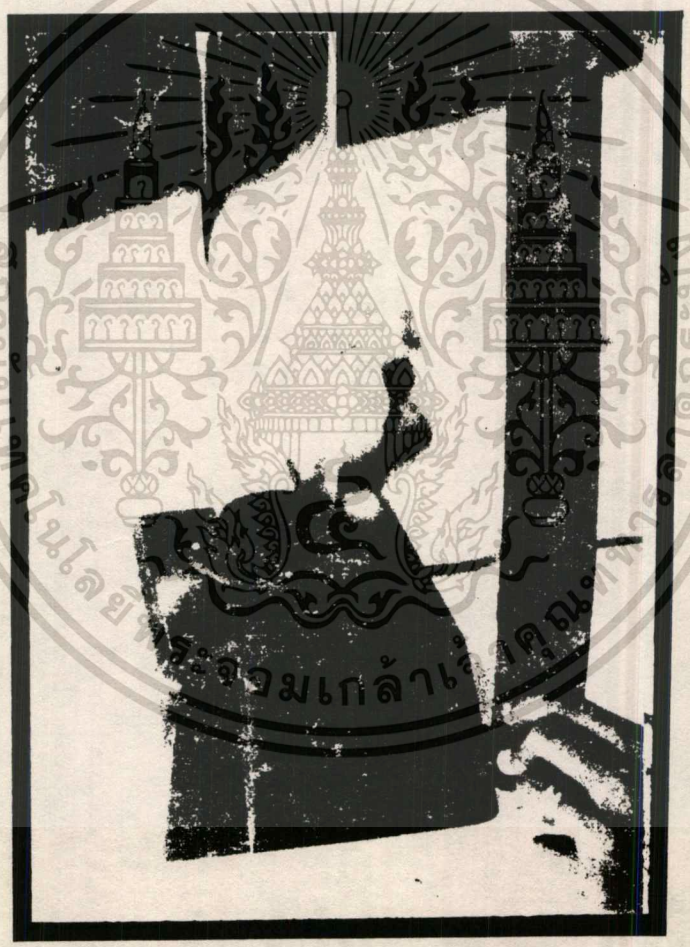
รูปที่ 9 รูปภาพแสดงลักษณะส่วนประกอบภายในของฝาครอบทรงกลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

6. สายพานยาง RUBBER BELT ทำหน้าที่รับประจุไฟฟ้าบวกอิสระโดยการสัมผัสกับโลหะปลายแหลม เพื่อที่จะนำประจุไฟฟ้าขึ้นไปข้างในโลหะตัวนำทรงกลมกลวง สายพานจะทำด้วยฉนวนไฟฟ้า เช่น ยาง หรือไหมผสมยาง กล้องลูกรองทั้ง 2 อยู่

รูปที่ 10รูปภาพแสดงลักษณะของสายพานยาง



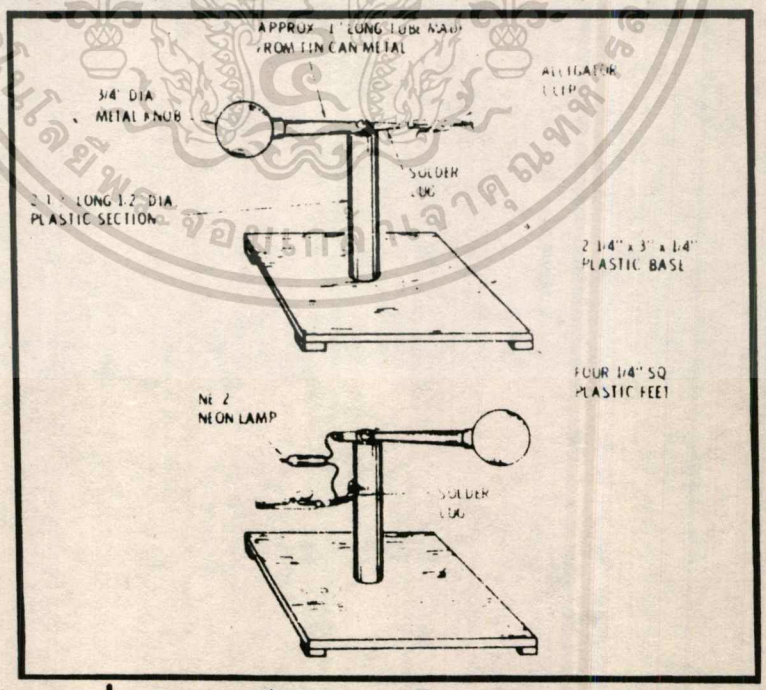
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.7 การศึกษาอุปกรณ์ – เครื่องมือที่ช่วยในการทดลอง

ในการทดลองเกี่ยวกับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต สามารถใช้เครื่องตรวจสอบดูประจุไฟฟ้าได้และเครื่องมือทำให้เกิดประกายไฟฟ้า ที่ใช้ประกอบการทดลองมีดังนี้คือ

1. ลูกโลหะกลม METAL BALL หรือ ตัวทำให้เกิดประกายไฟฟ้า SPARK GAP
2. เครื่องมือเก็บประจุไฟฟ้า CARACIOR OR CONDENSER แบบ WATER BOTTLE LEYDEN JAR
3. LEYDEN JAR PROJECT WITH A SPARK GAP
4. เครื่องสำหรับตรวจไฟฟ้าสถิต PITH BALL ELECTROSCOPE
5. เครื่องสำหรับตรวจไฟฟ้าสถิต METEL ELECTROSCOPE
6. อุปกรณ์ทำให้เกิดประกายไฟฟ้า SIMULATED LIGNTNING ROD

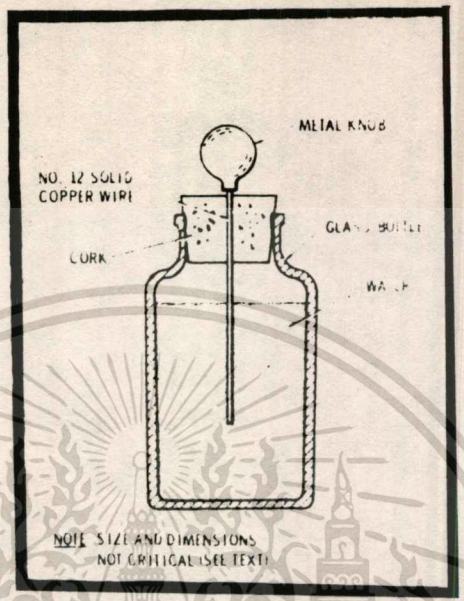
1. ลูกโลหะกลม METAL BALL หรือ ตัวสำหรับทำให้เกิดประกายไฟฟ้า SPARK GAP ทำหน้าที่ ลอให้เกิดประกายไฟ SPARK GAP เมื่อทำการทดลองกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตแล้ว เมื่อนำ ลูกโลหะกลมที่มีอิเลคตรอน (ประจุไฟฟ้าเป็นลบ) เข้าใกล้โลหะตัวนำทรงกลมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ก็จะทำให้มีประกายไฟฟ้าเกิดขึ้น



รูปที่ 11 อุปกรณ์สำหรับทำให้เกิดประกายไฟฟ้า

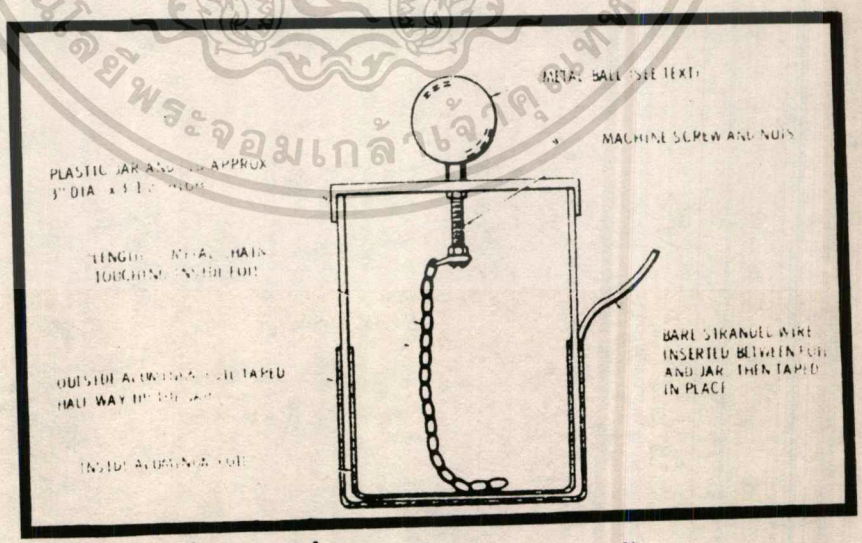
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2. เครื่องมือเก็บประจุไฟฟ้า : CAPACITORS OR CONDENSER เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บประจุไฟฟ้า



รูปที่ 12 เครื่องมือเก็บประจุไฟฟ้า

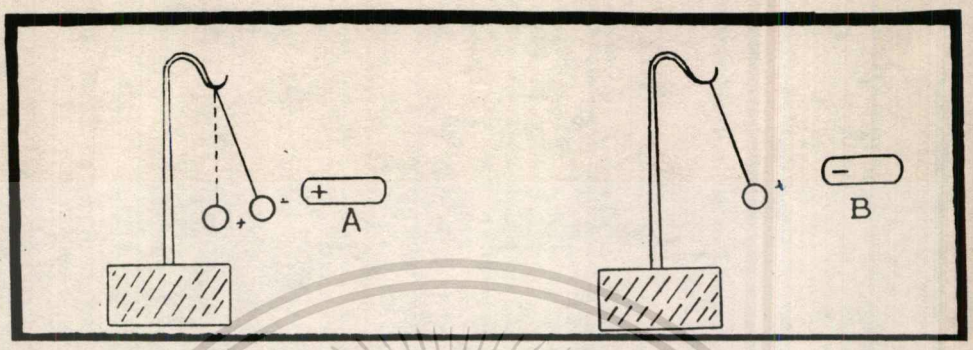
3. เครื่องทำให้เกิดประกายไฟฟ้าแบบ LEYDEN JAR PROJECT WITH A SPARK GAP เป็นเครื่องมือสำหรับทำให้เกิดประกายไฟฟ้า



รูปที่ 13 เครื่องทำให้เกิดประกายไฟฟ้า

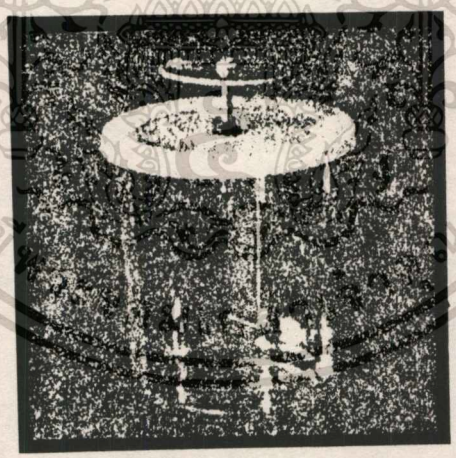
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4. เครื่องมือสำหรับตรวจไฟฟ้าสถิต แบบ PITH BALL ELECTROSCOPE



รูปที่ 14 เครื่องมือสำหรับตรวจไฟฟ้าสถิต

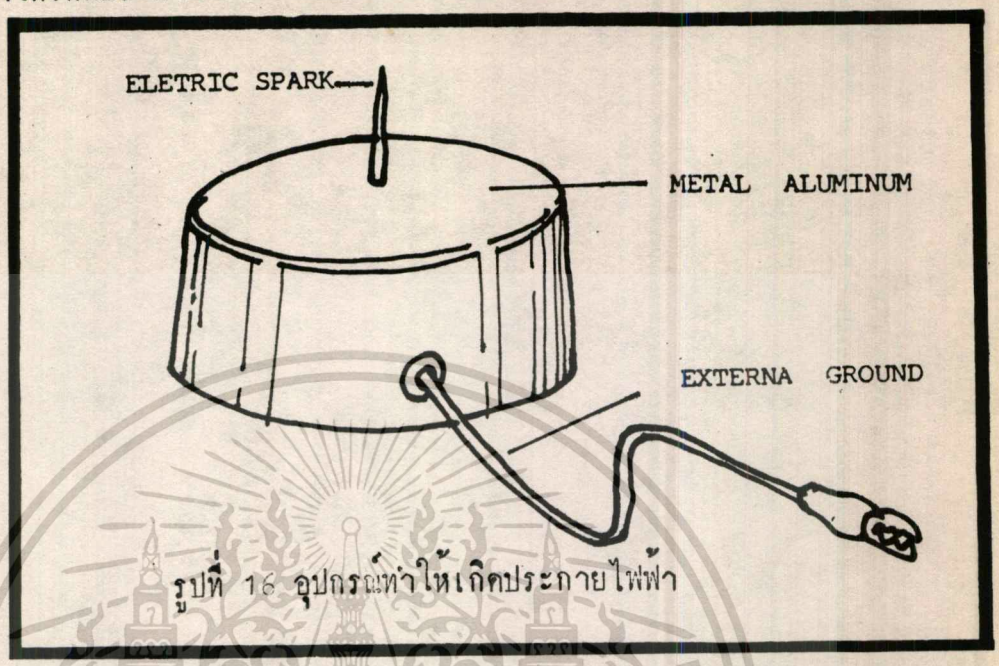
5. เครื่องมือสำหรับตรวจไฟฟ้าสถิต แบบ METAL ELECTROSCOPE



รูปที่ 15 เครื่องมือสำหรับตรวจไฟฟ้าสถิต

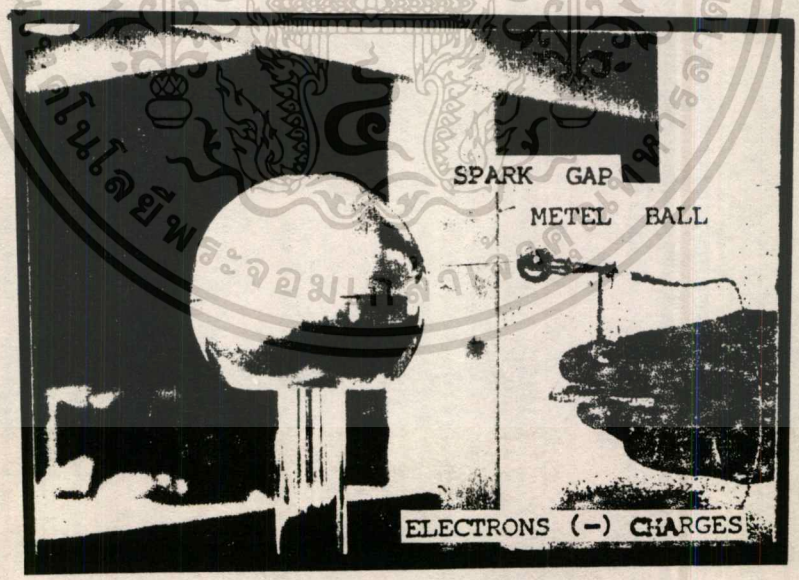
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

6. อุปกรณ์ทำให้เกิดประกายไฟฟ้า ELECTRIC SPARK & SIMULATED LIGNTNING ROD



รูปที่ 16 อุปกรณ์ทำให้เกิดประกายไฟฟ้า

2.8 การศึกษาวิธีปฏิบัติการทดลอง เครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าสถิต



รูปที่ 17 แสดงการทดลองเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าสถิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การทดลอง เครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าสถิต โดยการทำให้เกิดประกายไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์ 1. เครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าสถิต แบบแวนเดอกราฟ

2. ลูกกลมโลหะ

3. สายไฟต่อลงดิน ELECTRONS (−) CHARGES FLOW TO GROUND

วิธีการทดลอง

1. นำลูกกลมโลหะ ซึ่งต่อกับสายไฟลงดินเข้ากับเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้า
2. เปิดสวิทช์ เพื่อให้เครื่องทำงาน สักครู่หนึ่ง สังเกตดูว่าเกิดประจุไฟฟ้าขึ้นบนผิวโลหะตัวทรงกลม แล้วหรือยัง โดยการ TEST ด้วยลูกพิธบอล เมื่อลูกพิธบอลเกิดการผลักออกมาแสดงว่าบนผิวโลหะตัวนำทรงกลมมีประจุไฟฟ้าสถิตขึ้นแล้ว
3. นำลูกกลมโลหะ ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับทำให้เกิดแรกายไฟฟ้าลูกกลมโลหะนี้ จะมีอิเลคตรอนอิสระ กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ ทั่วทุกส่วนของผิว เมื่อมีการเพิ่มหรือลดประจุแก่ลูกกลมโลหะ เพื่อนำเข้ามาใกล้โลหะตัวนำทรงกลมแล้ว จะทำให้เกิดประกายไฟฟ้าขึ้น

ผลการทดลอง จากผลการทดลองจะทราบว่า เมื่อนำลูกกลมโลหะ ที่มีอิเลคตรอน(ประจุไฟฟ้าลบอิสระ) เข้าไปใกล้โลหะตัวนำทรงกลม จะทำให้เกิดการ " SPARK GAP " หรือการเกิดประกายไฟฟ้าขึ้น ดังนั้นจากผลการทดลองจึงสรุปได้ว่า แรงระหว่างประจุ ด้วยการนำประจุไฟฟ้าที่ต่าง ๆ ศักดากับมาแตะกัน ย่อมจะเกิดการถ่ายเท ประจุไฟฟ้ากันขึ้น โดยไฟฟ้าจะไหลจากก้อนที่มีศักดาไฟฟ้าสูงกว่า ไปที่สู่ก้อนที่มีความศักดาไฟฟ้าที่ต่ำกว่า (ซึ่งหมายความว่าอิเลคตรอนจะเคลื่อนที่มีศักดาไฟฟ้าน้ำกว่า ไปสู่ก้อนที่มีศักดาไฟฟ้าสูงกว่า จะเป็นเช่นนี้อยู่จนกระทั่งทั้ง 2 ก้อนมีศักดาไฟฟ้าเท่ากัน จึงจะหยุดการถ่ายเท ฉะนั้นที่สุดโลหะทั้ง 2 นี้ จะมีศักดาไฟฟ้ากัน ซึ่งเราเรียกว่า "ศักดาไฟฟ้าร่วม"(COMMON POTENTIAL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.9 <u>การศึกษาประโยชน์ที่ได้รับจากอุปกรณ์นี้</u>

ประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต(VAN DE GPAAFF GENERATOF)มีดังนี้คือ

1. สามารถทำ ระจุไฟฟ้าได้คราวละมาก ๆ และสามารถทำให้มีศักดาไฟฟ้าได้สูงมากนับเป็นหลายล้านโวลต์
2. มีประโยชน์มากในการศึกษาวิชาไฟฟ้าชั้นสูง และในการวิจัยทางนิวเคลียร์
3. สามารถใช้ความต่างศักดาที่ผลิตขึ้นได้ไปเร่งอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าให้มีพลังงานอยู่ในระดับสูง ลำของอนุภาคที่มีพลังงานสูงมีประโยชน์ต่อการทดลองเรื่อง

ATOM SMASMING

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.10 การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้

การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ย่อมมีพฤติกรรมในการใช้เครื่องแตกต่างกัน ในระหว่างปฏิบัติงาน เช่น ลักษณะการยืนการนั่งในการทำงานที่เหมาะสมสะดวกสบาย ดังนั้นในการวิจัย จึงต้องนำเอาองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้มาพิจารณาด้วย เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ช่วยในการเรียนการสอน ที่มีประโยชน์มาก ในการศึกษาขั้นระดับมหาวิทยาลัยซึ่งส่วนมาก อาจารย์ผู้สอน (ผู้ใช้) ยังใช้คำบรรยายกันอยู่ ซึ่งในบางโอกาส คำบรรยายไม่สามารถสร้างความเข้าใจได้อย่างชัดเจน อาจทำให้นักศึกษาไม่เข้าใจเนื้อหาสาระได้อย่างชัดแจ้ง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถช่วยแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนได้ดีขึ้น

การที่สถาบันการศึกษาขั้นอุดมศึกษา ที่อยู่ในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสม และทันสมัยก้าวหน้ายิ่งขึ้นและยังเน้นถึงการใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยประกอบการศึกษา ให้มีประสิทธิภาพในด้านการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ ขั้นระดับสูงต่อไป โดยคำนึงถึง ผู้ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ประกอบเนื้อหาในการทดลอง ด้วยเป็นสำคัญ

การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้นั้น ลักษณะการปฏิบัติการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสลิต ส่วนมากจะปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองฟิสิกส์ จากการศึกษาส่วนใหญ่ผู้ใช้ หรือนักศึกษา จะปฏิบัติการทดลอง แยกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ

1. ลักษณะการทดลองในท่ายืน
2. ลักษณะการทดลองในท่านั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.11 การศึกษาสภาพบรรยากาศ การทดสอบและอุณหภูมิในการทดลอง

ภาวะบรรยากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความกดดันอากาศ โดยรอบมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของวัสดุและการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต เมื่อมีการทดลองจากเครื่องทั้งก่อนและขณะทดสอบ เพื่อที่จะได้สามารถเปรียบเทียบผลการทดลอง ที่ได้จากการทดลองห้องแห่งเดียวกัน แต่ว่าในช่วงเวลาต่างกันนั้น มีความจำเป็นจะต้องมีการ กำหนดมาตรฐานภาวะบรรยากาศและวิธีการปรับสภาพ เพื่อให้การทดลอง ทดสอบ และการปรับสภาพ ก่อนการทดสอบ ให้ได้เป็นไปตามมาตรฐาน

หลักการที่ต้องพิจารณา ตรวจสอบมีดังนี้คือ

(1) 20.0 องศาเซลเซียส กับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65

(2) 23.0 องศาเซลเซียส กับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50

(3) 27.0 องศาเซลเซียส กับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 55

เฉพาะในกรณีที่คุณสมบัติของวัสดุผันแปรไปตามภาวะบรรยากาศ และยังไม่อาจหากฎหรือสัมประสิทธิ์การผันแปรดังกล่าวมาใช้ได้ จำเป็นต้องใช้ภาวะบรรยากาศมาตรฐานสำหรับปรับสภาพและทดสอบ เช่น การทดสอบสี สิ่งทอ ปลาสติก ยาง กระดาษ และผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหล่านั้น แบตเตอรี่แห้งและอื่น ๆ การทดสอบในหลายกรณีกระทำฉับพลันตามภาวะโดยรอบ ในบรรยากาศที่ไม่มีการควบคุม เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า สวิตช์เกียร์ เครื่องยนต์สันดาบภายใน ความแข็งแรงของวัสดุ เคมีภัณฑ์และสิ่งที่คล้ายคลึงกัน แต่ในบางกรณีก็มีความจำเป็นเพียงแต่ตรวจสอบและรายงานภาวะใดภาวะหนึ่งหรือหลายภาวะของบรรยากาศโดยรอบหรือของวัสดุ เช่น อุณหภูมิ ในกรณีที่วัดความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม

ยิ่งกว่านั้นในการทดสอบทางอุตสาหกรรมส่วนมาก การควบคุมความดันบรรยากาศมักจะไม่จำเป็นมากเท่ากับการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยปกติการทดสอบทำกันในความดันบรรยากาศทั่ว ๆ ไป ฉะนั้นขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับความดันจึงมีความสำคัญแตกต่างกันไปแล้วแต่กรณีซึ่งขึ้นอยู่กับความไวต่อความดันของสิ่งที่ทดสอบ ฉะนั้นอาจจำเป็นต้องระบุขีดจำกัดความดันให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานการณ์ในแต่ละกรณี ในกรณีเช่นนี้ควรจะกำหนดตัวประกอบแก้ไขหรือสูตรแก้ไขไว้ด้วย ตัวอย่างเกี่ยวกับเรื่องนี้ก็คือ การทดสอบกำลังม้าใช้งานของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สันดาปภายในซึ่งต้องบันทึกค่าอุณหภูมิและความดันโดยรอบที่อ่านได้ในขณะทำการทดสอบและนำไปใช้ในการคำนวณออกมาเป็นกำลังใช้งานภายใต้ภาวะที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานได้

นอกเหนือไปจากภาวะบรรยากาศมาตรฐานสำหรับปรับสภาพและทดสอบทั้งสามซึ่งไอเอสโอและไออีซียอมรับดังกล่าวแล้ว ไอเอสโอและไอดีซียังได้ยอมรับเอาชุดแรกของสามชุดนั้นเป็น " บรรยากาศอ้างอิง "ด้วย ซึ่งค่าที่กำหนดไว้และผลการทดสอบต่าง ๆ ที่หามาได้ภายใต้ภาวะบรรยากาศมาตรฐานชุดอื่น ๆ อาจจะต้องนำมาปรับให้เข้ากับบรรยากาศอ้างอิงเมื่อทราบกฎหรือสัมประสิทธิ์การแปลงนั้น ทั้งนี้เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของนานาประเทศและด้วยเหตุผลอื่น ๆ

นอกจากนั้นไอเอสโอยังยอมรับเอาอุณหภูมิ 20.0 องศาเซลเซียสเป็น " อุณหภูมิอ้างอิงที่เป็นมาตรฐาน " สำหรับการวัดความยาวทางอุตสาหกรรมที่ต้องการความละเอียดถูกต้องมาก ๆ และการปรับเทียบ เครื่องวัดและเครื่องมือต่าง ๆ ในการนี้ความชื้นและภาวะความดันไม่สำคัญมากนัก แต่ถ้าจะให้เครื่องมือและเครื่องวัดอย่างละเอียดมีโอกาสยุกร่อนน้อยลงจำเป็นที่ต้องให้มีความชื้นต่ำ มาตรฐานทางวิชาการวัดอย่างละเอียดขั้นมูลฐานเกี่ยวกับความยาวได้นิยามไว้ที่ 0 องศาเซลเซียส แต่ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิใช้งานที่เหมาะสมแทนเช่น จัดให้มีเครื่องวัดความยาวหนึ่งเมตรที่ได้รับรองไว้ที่อุณหภูมิอ้างอิง 20.0 องศาเซลเซียส และที่ 20.0 องศาเซลเซียสนี้จะมีความยาวเท่ากับเครื่องวัดเป็นเมตรแบบประถมของนานาประเทศที่ 0 องศาเซลเซียส การให้บทนิยามของมาตรฐานเครื่องวัดเป็นเมตรแบบประถมเสียใหม่เมื่อเร็ว ๆ นี้ โดยเทียบกับความยาวของคลื่นแสงทำให้บทนิยามเดิมของเมตรเดิมเกิดมีที่ใช้ซ้ำกันอยู่บ้างและคงจะใช้เวลาอีกหลายปีที่ " เครื่องวัดเป็นเมตรแบบประถมของนานาประเทศ " จะยังคงรับหน้าที่เป็นสื่อกลางระหว่างความยาวหนึ่งเมตรที่เทียบมาจากคลื่นแสงกับเครื่องมือวัดต่าง ๆ ในทางอุตสาหกรรม

ได้มีการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนทั้งในประเทศไทยและในประเทศอื่นบางประเทศถึงปัญหาที่ว่า 27.0 องศาเซลเซียสนั้นควรใช้กับการวัดอย่างละเอียดมาก ๆ หรือไม่ แต่คำตอบมักจะเป็นไปในแง่ที่ไม่ควรใช้ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้วัดในขั้นพื้นฐานที่มีความละเอียดมาก เช่น เครื่องวัดแบบประถมที่เป็นมาตรฐาน เครื่องวัดและเครื่องมืออื่น ๆ ส่วนมากจำเป็นต้องสั่งเข้ามาจากประเทศในเขตอบอุ่น และได้รับการตรวจสอบรับรองในต่างประเทศ ฉะนั้นการที่จะรับเอา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

20.0 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิอ้างอิงย่อมจะเป็นการประหยัดดีกว่า นอกจากนั้นสถานที่ในประเทศไทยที่ต้องการจะติดตั้งอุปกรณ์กลวัดที่ละเอียดมาก ๆ เหล่านี้ก็คงจะมีไม่มากแห่งนัก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดตาม

ISO/R 1—1951	Standard reference temperature for industrial length measurement
ISO/R 139—1967	Standard atmospheres for conditioning and testing textiles

2.12 การศึกษาสภาพห้องเรียนและจำนวนนักศึกษา

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เท่าที่ปรากฏนั้นบางครั้งจะผนวกเข้าไปกับห้องเรียนปกติ บางครั้งจัดเป็นห้องขนาดใหญ่ที่จะใช้ประโยชน์ได้หลาย ๆ ด้าน บางครั้งจัดเฉพาะสำหรับสาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง เช่นห้องปฏิบัติการเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ เป็นต้น ลักษณะพิเศษและความหรูหราหรือสมบูรณ์แบบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะขึ้นอยู่กับทรัพยากร อุปกรณ์ต่าง ๆ ความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ที่แต่ละโรงเรียนต้องการเน้น และจำนวนของผู้เรียนด้วย

ในตอนต่อไปนี้จะเสนอแนวทางในการพิจารณาออกแบบห้องเรียนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป และห้องเรียนวิทยาศาสตร์เฉพาะสาขาวิชาด้วย

บริเวณห้องปฏิบัติการทั่วไป

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปต้องการพื้นที่สำหรับการบรรยาย การใช้เครื่องอุปกรณ์ต่างๆ บริเวณสำหรับทำงานเดี่ยว ทำงานเป็นกลุ่ม บริเวณสำหรับการสาธิต และการอภิปรายกลุ่ม บริเวณควรยืดหยุ่นให้สามารถจัดกิจกรรมต่าง ๆ ได้อาจทำได้โดยการจัดว่างเคาน์—เตอร์ และตู้ติดผนังไว้ด้วยรอบห้อง เพื่อให้บริเวณกลางห้องเปิดโล่งโถงสามารถใช้ในการบรรยายทำกิจกรรมได้ ควรมีอ่างล้างมือ น้ำร้อน เย็น มีท่อแก๊ส พัดลมดูดอากาศ ปลั๊กไฟตามจุดต่าง ๆ เก้าอี้และโต๊ะที่สามารถเคลื่อนย้ายได้เหมาะสำหรับนักเรียนมากกว่าโต๊ะหรือม้านั่งที่ติดตั้งถาวร หากเคาน์เตอร์มีความสูงพอกับโต๊ะทำงานของนักเรียน อาจจะไม่ต้องใช้โต๊ะทำงานสำหรับนักเรียนก็ได้จะช่วยประหยัดได้มาก

เฟอร์นิเจอร์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ติดตั้งในห้องนี้มักจะประกอบด้วยโต๊ะสาธิตพร้อมเครื่องมือ กระดานดำ แผ่นป้ายติดประกาศ ชั้นวางของที่ปรับได้ บริเวณอ่าน

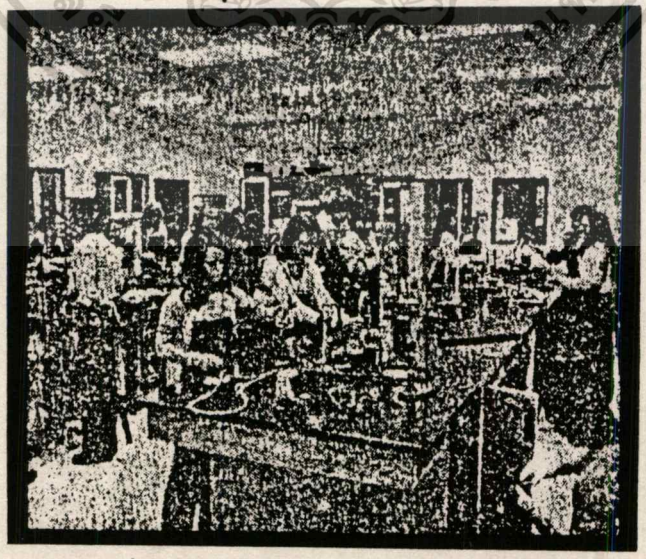
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์

ความต้องการพื้นฐานของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ก็คือ เครื่องใช้ในการทดลองและบริเวณเก็บของของนักเรียน ภายในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นั้นโต๊ะสาธิตจะต้องติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และระบบสูญญากาศไว้ด้วย แสงสว่างจะต้องควบคุมให้มีสว่างได้โดยง่ายเพื่องสะดวกในการทดลองในเรื่องที่เกี่ยวกับการมองเห็น หรือการถ่ายภาพ ควรมีหน่วยทำงานเล็ก ๆ ที่ครูนักเรียนจะเตรียมงานกลุ่มย่อย ๆ ร่วมกัน

ครูฟิสิกส์ต้องการบริเวณสำหรับเตรียมงาน เครื่องใช้ และสื่อการสอนต่าง ๆ ภายในห้องเตรียมงานควรมีบริเวณมาก และควรติดตั้งเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่อสะดวกที่ครูจะทดลองหรือวิจัยก่อนสอน ควรมีรถเข็น โต๊ะทำงานของครู เก้าอี้นั่ง ตู้ใส่ของ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ไม่ควรเก็บในห้องปฏิบัติการ แต่ควรมีที่เก็บต่างหากตามขนาดและชนิดของเครื่องมือและควรอยู่ในที่ ๆ จะหยิบใช้ได้สะดวก

การเตรียมห้องปฏิบัติการนั้น สิ่งสำคัญจะต้องทราบจำนวนนักเรียนที่จะเข้าเรียนและจะต้องผนวกบริเวณสำหรับนักเรียนที่สนใจจะทำงานสร้างสรรค์พิเศษเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย จะปรากฏเสมอว่าหลังจากเรียนทฤษฎีและปฏิบัติแล้ว จะมีนักเรียนจำนวนหนึ่งต้องการจะสร้างหรือประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ โดยการประยุกต์สิ่งที่เรียนมาแล้วเป็นต้นว่าเครื่องต้มน้ำพลังแสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก หรือ วิทยุคลื่นสั้น ...ฯลฯ



รูปที่ 18 ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การเรียนการสอนในระดับมหาวิทยาลัย ที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่องไฟฟ้าสถิตนั้นซึ่งได้แก่ สาขาวิชาฟิสิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเป็นต้นนี้ จะมีห้องปฏิบัติการทดลองทางฟิสิกส์ ในเรื่อง การกำเนิดประจุไฟฟ้า สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตนี้ความเหมาะสมในการใช้งานในด้านปริมาณเครื่องกับจำนวนนักศึกษา นั้นเป็นสิ่งสำคัญมากในการศึกษา ในปัจจุบันตามสถานศึกษาที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับเนื้อหาวิชานี้ จะมีไม่เกิน 1 เครื่องต่อสถานศึกษา หรือบางแห่งก็ยังไม่มีการนำมาใช้เลย เนื่องจากว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตนี้มีราคาแพงและต้องสั่งซื้อมาจากต่างประเทศด้วย ซึ่งเป็นผลทำให้ขาดแคลนอุปกรณ์ที่นำมาประกอบการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

จำนวนนักศึกษาที่เรียนเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ ระดับปวส. ในระดับมหาวิทยาลัย การรับสมัครนักศึกษา สามารถจัดให้นักศึกษาเข้าสมัครเรียนได้ไม่เกิน 30 คน ซึ่งในการปฏิบัติการทดลองนั้น จำนวนนักศึกษาที่เรียนประมาณ 30 คน ต่อห้องเรียน ในแต่ละมหาวิทยาลัย กำหนดหลักสูตร ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ออกเป็นดังนี้คือ

การสอนภาคทฤษฎี	3	ชั่วโมง
การสอนภาคปฏิบัติ	3	ชั่วโมง

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจะมีช่วงในการปฏิบัติการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต จำนวน ชั่วโมง ซึ่งควรมีการแก้ไข เพื่องช่วยลดเวลาในการปฏิบัติงานให้เร็วขึ้น ถ้าหากว่ามีการใช้เครื่อง 2–3 เครื่องในการปฏิบัติงาน ก็จะทำให้การทำงาน เร็วขึ้น และประหยัดเวลามากขึ้นด้วย ทำให้การเรียนการสอนไม่เสียเวลา

สรุปได้ว่า จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตที่เหมาะสมกับการเรียนการสอน สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 คือ จำนวน 2 เครื่อง ต่อนักศึกษา 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ขนาดห้องเรียน

ห้องเรียนสำหรับการเรียนวิชา ฟิสิกส์ ในระดับมหาวิทยาลัย แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนห้องสอนภาคทฤษฎี และ ส่วนห้องสอนภาคปฏิบัติ มีขนาดและรายละเอียดดังนี้คือ

1. ห้องสอนภาคทฤษฎี ลักษณะเป็นห้องเลคเชอร์สำหรับสอนภาคทฤษฎีของการเรียน เพื่อชี้แจงแนวทางเนื้อหาวิชา ก่อนการปฏิบัติงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ขนาดของห้อง
   กว้าง 6 เมตร 8 เมตร
2. เก้าอี้เลคเชอร์
   จำนวน 30 ชุด
3. กระดานดำติดผนังขนาด
   กว้าง 2 เมตร ยาว 4 เมตร จำนวน 1 ชุด

2. ห้องสอนภาคปฏิบัติการทดลอง ลักษณะเป็นห้องแลป ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

1. ขนาดของห้อง
   กว้าง 10 เมตร 15 เมตร
2. โต๊ะปฏิบัติงาน
   ขนาด กว้าง 200 เมตร ยาว 400 เมตร สูง 75 ซ.ม.
   ติดตั้งปลั๊กไฟฟ้าทุก ๆ ช่วง 1 เมตร จำนวน 4 ปลั๊ก ต่อ 1 ชุด
   จำนวน 6–8 ตัว
3. เก้าอี้ปฏิบัติงาน
   ขนาด 55 ซ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.13 การศึกษาข้อมูลสัดส่วนมนุษย์

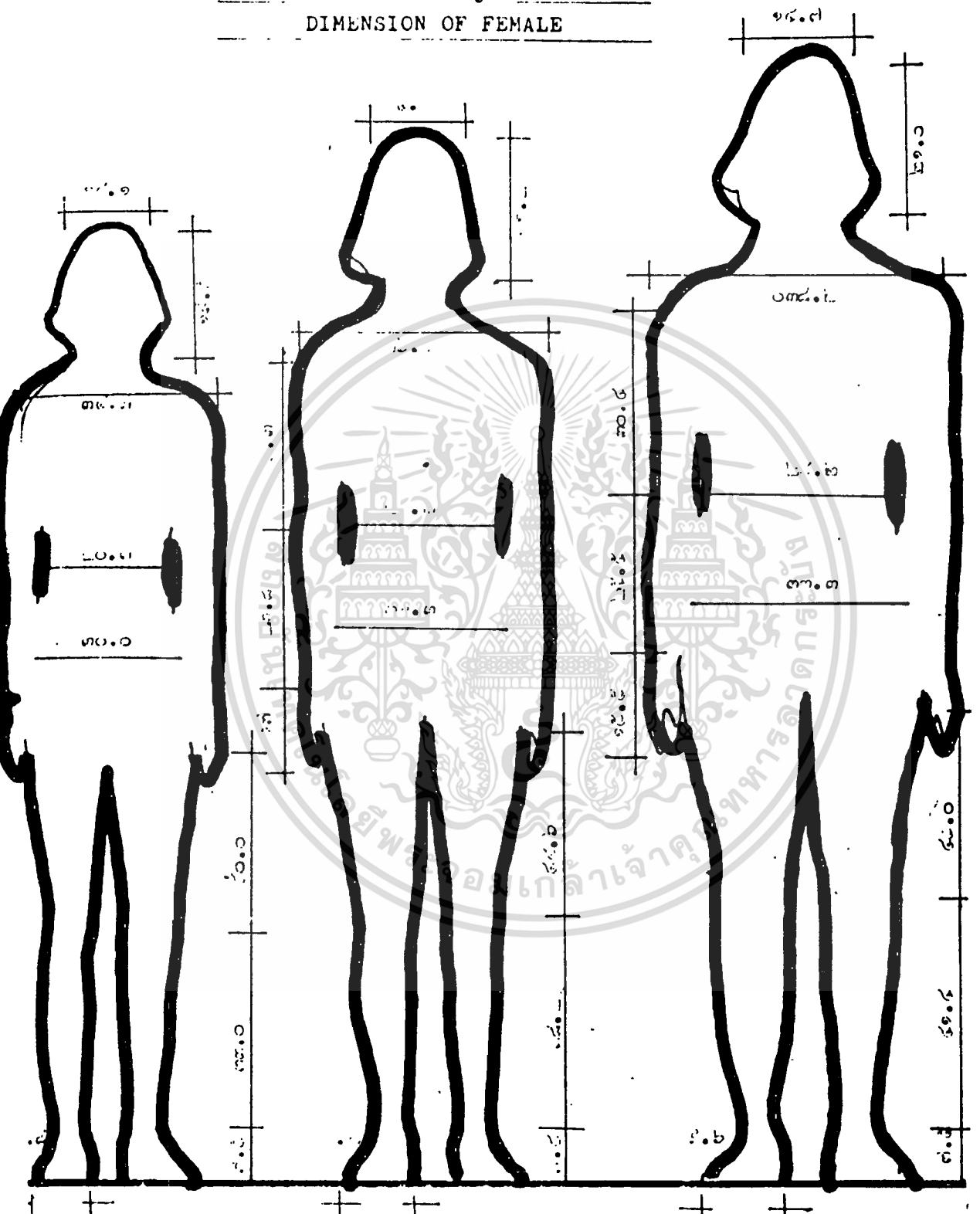
ข้อมูลสัดส่วนมนุษย์ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับมิติที่ได้จากการวัดขนาดของที่ว่างว่าง (SPACE) และมิติเว้นว่าง (CLEARANCE) ที่พอเหมาะ ซึ่งเกิดจากขนาดร่างกายของมนุษย์ต่อการประกอบกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ขนาดและสัดส่วนของมนุษย์มีความสำคัญ และสัมพันธ์โดยตรงต่องานออกแบบทางอุตสาหกรรม โดยที่มนุษย์มีส่วนเข้าไปเกี่ยวข้องผลิตภัณฑ์นั้นในฐานะของผู้ใช้

แนวความคิดโดยถือขนาดเฉลี่ยในการออกแบบ (DESIGN CONCEPT FOR AVERAGE BODY DIMENSION) ความผิดพลาดในงานออกแบบเกิดขึ้นได้เสมอ หากถือแนวความคิดของขนาดเฉลี่ยเป็นเกณฑ์กำหนด โดยข้อเท็จจริงแล้วตัวเลขที่แสดงขนาดเฉลี่ยไม่มีความสำคัญนักในการนำไปใช้งาน เพราะขนาดเฉลี่ยเป็นเพียงตัวเลขที่แทนขนาดของกลุ่มคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเท่านั้น จะมีส่วนน้อยหรืออาจไม่มีเลยก็ได้ที่มีขนาดเท่าขนาดเฉลี่ย 50% จะมีขนาดโตกว่าและอีก 50% จะมีขนาดเล็กกว่า ดังนั้นการออกแบบโดยถือแนวคิดนี้จะสนองผู้ใช้ได้ดีก็เพียงส่วนน้อย แนวความคิดนี้ได้ถูกเปลี่ยนไปใช้วิธีที่สนองอยู่ใช้ได้มากกว่าวิธีนี้ยอมรับกันเมื่อประมาณ 10 ปี มาแล้วเรียก DESIGN CONCEPT FOR WIDE RANGE OF BODY DIMENSION หลักการสำคัญของแนวความคิดนี้คือ วิธีช่วยให้งานออกแบบใช้ได้ดีกับผู้ใช้มากที่สุด ถึง 80% หรือ 90% ของผู้ใช้ทั้งหมดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาจาก PERCENTILE DISTRIBUTION ของมิติที่จะนำไปใช้งานออกแบบว่ามีการ DISTRIBUTE ไปในรูปใดงานออกแบบที่ดีที่สุด (IDEALLY) จะต้องเป็นแบบที่สามารถใช้ได้ดีสะดวกเหมาะสมกับผู้ใช้ทุกคน คือ 100% หรือ 100% RANGE ซึ่งก็สามารถจะทำได้แต่ไม่เป็นที่นิยม เพราะว่าไม่เป็นการประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สัดส่วนหญิง

DIMENSION OF FEMALE

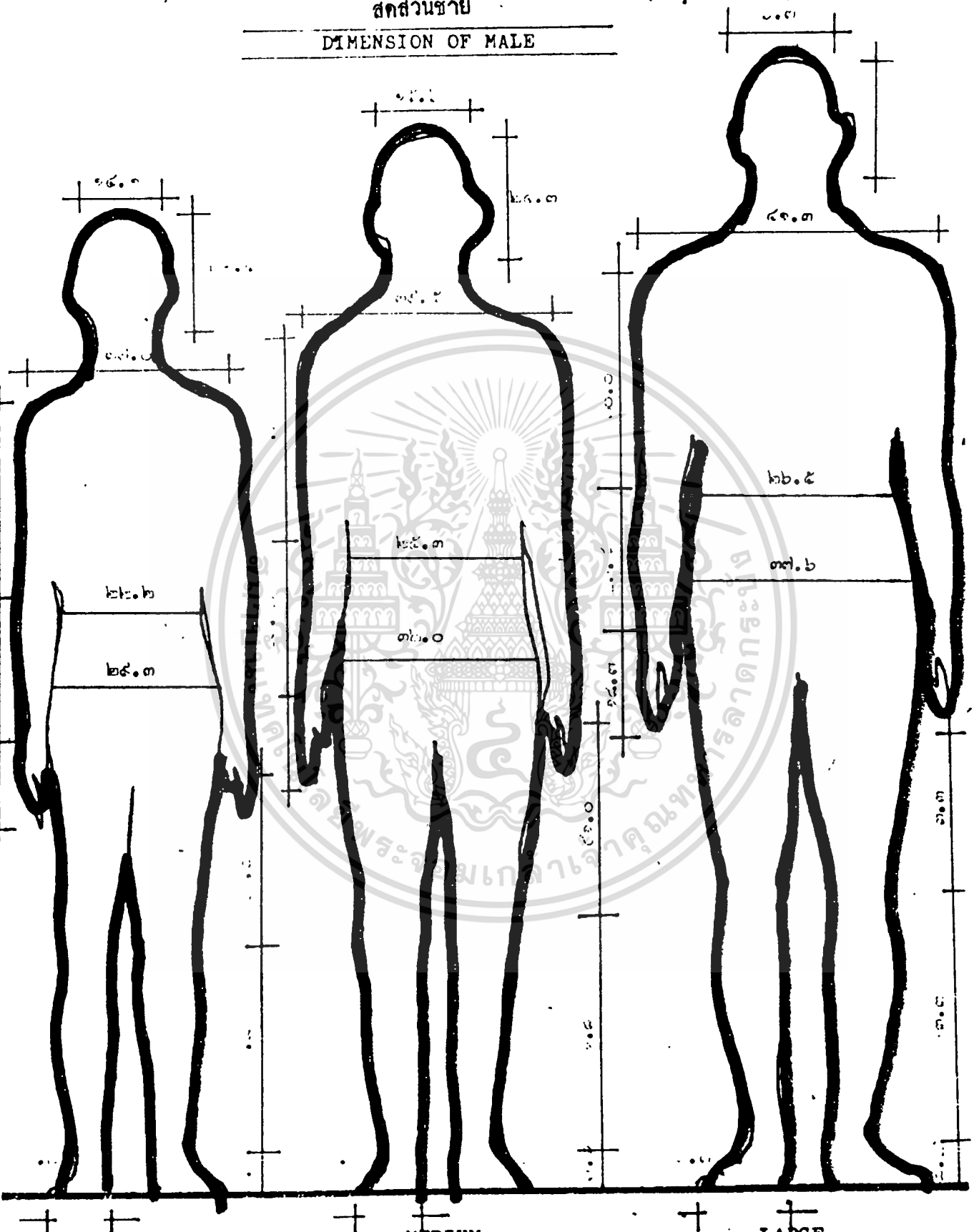


SMALL	MEDIUM	LARGE	
151.9	157.5	164.5	CM.
44.15	50.25	52.4	Kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สัดส่วนชาย

DIMENSION OF MALE



SMALL 159.8

MEDIUM 167.3

LARGE 174.6

CM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ชาย – หญิง อายุ(ปี) ความสูงเฉลี่ย(ซ.ม.)	ความสูงสูงสุด(ซ.ม.)	ความสูงต่ำสุด(ซ.ม.)	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	น้ำหนักเฉลี่ย	จำนวน
๑๕_____๑๕๕.๔๔	๑๘๘.๐๐	๑๑๘.๐๐	๖.๔๔	๔๘.๖๕	๑๐๙๓๕
๑๖_____๑๕๓.๓๗	๑๘๘.๐๐	๑๐๓.๐๐	๖.๔๒	๔๗.๐๓	๑๐๑๙๔
๑๗_____๑๕๔.๖๕	๑๘๕.๐๐	๑๐๖.๐๐	๓.๑๒	๕๘.๖๗	๘๑๑๕
๑๘_____๑๖๐.๓๖	๑๘๖.๐๐	๑๓๕.๐๐	๓.๔๕	๕๐.๐๐	๗๑๑๕
๑๙_____๑๖๑.๔๕	๑๘๘.๐๐	๑๓๓.๐๐	๓.๖๓	๕๐.๖๔	๓๘๖๖
๒๐_____๑๖๒.๔๓	๑๘๕.๐๐	๑๓๐.๐๐	๓.๓๔	๕๑.๐๓	๒๓๓๖
๒๑_____๑๖๒.๑๓	๑๔๒.๕๐	๑๔๐.๐๐	๓.๕๕	๕๑.๐๓	๑๓๕๖
๒๒_____๑๖๑.๕๔	๑๘๖.๐๐	๑๓๔.๐๐	๓.๖๒	๕๐.๓๕	๑๐๘๓
๒๓_____๑๖๑.๑๒	๑๘๒.๐๐	๑๔๐.๐๐	๓.๓๕	๕๐.๓๕	๑๐๖๔
๒๔_____๑๖๑.๐๖	๑๘๐.๐๐	๑๔๓.๐๐	๓.๓๖	๕๐.๔๕	๑๐๐
๒๕_____๑๖๐.๓๓	๑๘๔.๐๐	๑๔๐.๐๐	๓.๔๒	๔๐.๖๕	๔๘๙
๒๖_____๑๖๐.๓๓	๑๘๔.๐๐	๑๔๐.๐๐	๓.๔๑	๕๑.๘-	๕๔
๒๗_____๑๖๐.๐๘	๑๘๓.๐๐	๑๓๘.๐๐	๓.๕๐	๕๑.๐๓	๕๔๔
๒๘_____๑๖๐.๔๐	๑๘๓.๐๐	๑๔๘.๕๐	๓.๖๐	๕๒.๔๓	๕๐๓
๒๙_____๑๖๐.๔๓	๑๘๐.๐๐	๑๓๕.๐๐	๓.๔๒	๕๓.๒๔	๔๐๖
๓๐_____๑๕๘.๔๕	๑๘๑.๐๐	๑๔๒.๐๐	๓.๔๓	๕๒.๖๒	๖๑๒.

2.14 วัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่สามารถนำมาประกอบการออกแบบ

วัสดุและกรรมวิธีการผลิตคือปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการนำไปแก้ปัญหาในการออกแบบอย่างหนึ่ง กำลังในการผลิตรวมทั้งราคา วัสดุชนิดใดที่เมื่อคิดแล้วคุ้มค่าที่สุด ประหยัดที่สุด ได้ประโยชน์มากที่สุด คือการนำเรื่องราวทั้งหมดที่ได้ศึกษามาวิเคราะห์หาเหตุผลมาเปรียบเทียบจะได้ผลที่น่าเชื่อถือกว่าการตัดสินใจด้วยความพอใจของนักออกแบบ

ผู้วิจัยขอกล่าวถึงเรื่องวัสดุอย่างรวมๆ กันไว้ก่อน แล้วจึงจะนำมาสรุปในขั้นวิเคราะห์ว่าจะใช้วัสดุชนิดใด วัสดุที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วๆ ไปประกอบด้วยวัสดุจำพวกพลาสติก, โลหะ และวัสดุกันความร้อน เป็นส่วนใหญ่ เพื่อให้ผู้อ่านได้ทราบเรื่องราววัสดุแต่ละชนิด ผู้วิจัยได้แจกแจงจะกล่าวถึงเพียงในเรื่อง

- ชนิดและประเภทของวัสดุแต่ละชนิด
- คุณสมบัติ
- ขนาด
- กรรมวิธีการผลิต
- การนำไปใช้งาน
- สรุปผลเปรียบเทียบของวัสดุแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ข้อดีของสแตนเลส ทนต่อการขีดข่วน, สารเคมี, ความร้อน, มีความแวววามสวยงาม, ไม่เกิดสนิม

ข้อเสียของสแตนเลส ราคาแพง

หลักในการออกแบบผลิตภัณฑ์สแตนเลส

1. การออกแบบชิ้นส่วนต่อนที่มีลักษณะเป็นช่องควรออกแบบให้มีลักษณะสามารถทำการผลิตได้โดยการใช้เทคนิคง่ายๆ เช่นเกี่ยวกับผลิตโลหะแผ่นธรรมดาหลักเลี่ยงงานที่มีลักษณะโค้งไปมาสั้นๆ

2. ใช้วัสดุให้มีขนาดประหยัดลง เนื่องจากแผ่นสแตนเลสมีความต้านทานแรงดึง (TENSILE STRENGTH) ได้มากกว่าอลูมิเนียมถึง 3 เท่า

3. ความหนาของโลหะอาจลดลงได้ โดยการออกแบบรูปร่างหรือลักษณะของชิ้นส่วนต่างๆ โดยใช้ลักษณะโครงสร้างให้เป็นประโยชน์

4. การออกแบบให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของความแข็งแรงของวัสดุ

- อลูมิเนียม (ALUMINIUM)

อลูมิเนียมมีลักษณะภายนอกเป็นสีขาวเงิน น้ำหนักเบา ความหนาแน่น 2.7 กก./ล.ม.^{3} (เหล็กหนักกว่าประมาณ 3 เท่า) ผิวของอลูมิเนียมเป็นโลหะที่ทนต่อการผุกร่อน กรดอินทรีย์ทุกชนิดนอกจากกรดดินประสิว อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความคงทนต่อแรงดึงต่ำประมาณ 7–18 กก./มม.^{2} มีความยืดตัวสูง (20% ถึง 35%) สามารถตี, ดัด, หรืออัดเป็นรูปได้ง่าย สามารถกลึงหรือเจาะได้ง่าย คุณสมบัติของอลูมิเนียมจะดีขึ้นมากเมื่อผสมโลหะผสมลงไป (ALLOY)

โลหะอลูมิเนียมสามารถตี อัด เคาะ ดึง และอัดพิมพ์ และอัดยืดให้เป็นรูปต่างๆ ได้ในสภาพที่เย็น จากการทำชิ้นส่วนในสภาพที่เย็นจะให้อลูมิเนียมแข็งขึ้นโดยเอาให้ร้อนและทำให้เย็นโดยเร็วในอุณหภูมิประมาณ 350 องศาเซนติเกรด ถึง 400 องศาเซนติเกรดจะทำให้อลูมิเนียมอ่อนเหมือนเดิม และสามารถดึงหรืออัดได้ต่อไป อลูมิเนียมเป็นโลหะที่สามารถใช้ในงานเชื่อมได้ บัดกรีแข็งและติดด้วยกาวซึ่งทำขึ้นจากวัสดุสังเคราะห์ (SYNTHETICRESINS) ได้ดี

ข้อดีของอลูมิเนียม ขึ้นรูปได้ง่าย, น้ำหนักเบา, นำความร้อนได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ข้อเสียของอลูมิเนียม ไม่ทนต่อกรดกระทบกระแทก, ไม่ทนสารเคมีบางชนิด เช่น กรดกินประสิว, ทานแรงดึงต่ำ

– ทองแดง (COPPER)

ทองแดงเป็นโลหะที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสหกรรม ทองแดงเป็นโลหะที่เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าสูงมาก, มีความต้านทานการสึกหรอและกัดกร่อนดี, ความแข็งแรงดี, ทำเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ง่าย, ไม่เป็นแม่เหล็ก, สามารถเชื่อมได้, บัดกรีได้

การนำทองแดงไปใช้

ELECTROLYTIC TOUGH-PITCH COPPER ใช้งานเป็นสื่อไฟฟ้า

ARSENICAL COPPER ใช้สำหรับทำ CONDENSOR และงานที่เปลี่ยนแปลงความร้อนอยู่เสมอ

FREE -CUTTING COPPER ใช้ทำสลักเกลียว, ปุ่ม, ดุม (STUDS) , หัวเชื่อมแก๊ซ และชิ้นส่วนทางไฟฟ้า อื่น CONTACT PINS, SWITCH, GEARS RELAYS และอื่นๆ ที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

SILVER-BEARING COPPER ลักษณะแข็งและป้องกันการ อ่อนตัวขณะทำการบัดกรี จึงนำไปใช้ในงานผลิต มอร์เตอร์ไฟฟ้า สำหรับรางรถไฟและอากาศยาน (AIRCRAFT)

– ข้อดีของทองแดง – นำความร้อนได้ดี, ไม่เป็นแม่เหล็ก, เชื่อมได้, บัดกรีได

– ข้อเสียของทองแดง – มักเกิดสนิม เมื่อเป็นแผ่นบางไม่คงทน

– ทองเหลือง (BRASSES)

ทองเหลืองคือโลหะประสมระหว่างทองแดงและสังกะสี เป็นธาตุหลัก แต่อาจมีธาตุอื่นๆ บ้าง เช่น ตะกั่ว, ดีบุก, หรืออลูมิเนียม ซึ่งมีจำนวนเล็กน้อย การเพิ่มธาตุต่างๆ เข้าไปจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี (COLOR) ความแข็งแรง, ความอ่อนตัว, ความต้านทานการสึกหรอและคุณสมบัติอื่นๆ

– ข้อดีของทองเหลือง – ขึ้นรูปได้ง่าย, สามารถเชื่อมหรือบัดกรีได้

– ข้อเสียของทองเหลือง – ไม่ทนต่อสารเคมีบางชนิด, เมื่อเป็นแผ่นบางมีความอ่อนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กรรมวิธีการผลิตโลหะ (PROCESS)

กรรมวิธีการผลิตโลหะนั้นสามารถแยกออกเป็นหลักใหญ่ๆ ในกรรมวิธีในการผลิตได้ดังนี้

1. การตัด (CUTTING)
2. การขึ้นรูป (FORMING)
3. การติดวัสดุ (FASTENING)
4. การตกแต่ง (FINISHING)

1. การตัด (CUTTING) ในการตัดโลหะออกเป็นชิ้นส่วนตามต้องการนั้นเรามีวิธีตัดอยู่ 10 วิธีด้วยกันขึ้นอยู่กับการใช้เครื่องมือให้เหมาะกับโลหะนั้นๆ

- การเลื่อย (SAWING) เป็นการแยกชิ้นงานโดยใช้เครื่องมือที่มีฟันคมขอบผ่านชิ้นงาน
- การตัด (SHEARING) ใช้วัสดุที่มีขอบแข็งคมเฉือนงานออกจากกัน
- เจาะทัก (PUNCHING) คล้ายการตัด ต้องออกแรงในการตัดแต่งเป็นการตัดออกมาโดยชิ้นงานจะหลุดออกมาเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น
- เจาะรู (DRILLING) เป็นการตัดให้ทะลุเป็นรูโดยใช้ดอกสว่าน
- การขัด (ABRADING) เป็นการทำให้ส่วนที่ไม่ต้องการหลุดออกไปโดยใช้วัสดุที่แข็งกว่าขัดหรือถูออก
- การตัดด้วยความร้อน (THERMAL CUTTING) เป็นการตัดโดยใช้ความร้อนหลอมละลายโลหะออกจากกัน
- การกัดโลหะด้วยกรด (CHEMICAL CUTTING) ใช้สารเคมีทำปฏิกริยาทางเคมีกับโลหะ
- การไส (SHARPING) เป็นการเอาเครื่องจักรชุดขึ้นงานให้เรียบสนิท
- มิลลิ่ง (MILLING) ใช้กับโลหะแผ่นบางๆ โดยใช้ใบมีดตัดชิ้นงานคล้ายเลื่อย
- เทอร์นนิ่ง (TURNING) เป็นการตัดโลหะโดยใช้วิธีกลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- เหล็ก (FURUS METAL)

วัสดุจำพวกเหล็กเป็นวัสดุที่ถูกนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์มากที่สุด ทั้งแต่ผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กจนถึงผลิตภัณฑ์ ขนาดใหญ่ เราสามารถแบ่งเหล็กออกได้เป็น

1. พวก IRON คือเหล็กที่ไม่มี CARBON มีความอ่อนตัวไม่เข็งแกร่ง แต่มีความเหนียวใช้ทำผลิตภัณฑ์ ที่ไม่ต้องการความแข็งแกร่งนัก

2. พวก STEEL เป็นอัลลอย (ALLOY) ของเหล็กกับคาร์บอน (CARBON) ใช้เป็นผลิตภัณฑ์จำพวกโลหะหล่อที่ต้องการความแข็งแกร่งแต่มีความเปราะหักง่าย

3. พวก CARBON STEEL มีความแข็งพิเศษใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จำพวกดอกสว่าน, กะไบ หรือเครื่องจักรต่างๆ

4. พวก ALLOY STEEL เป็นเหล็กที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษบางประการโดยผสมโลหะบางอย่างเข้าไป นอกจาก C, P, S และ SI ถ้าต้องการงานที่แข็ง ก็ผสมมาก อาจผสมโลหะอื่น เช่น นิเกิล, โครเมี่ยม, แมงกานิส, ซิลิกอน, ทังสเตน, VANADIUM, MOLYBDENUM

5. ROLLED STEEL เป็นเหล็กที่ทำจากการม้วนหรือพับออกมามักทำเป็นงานโครงสร้าง เรียก STRUCTURE STEEL

6. TOOL AND DIE STEEL เป็นเหล็กที่ทำให้แข็งโดยใช้กับเครื่องมือที่มีมุมคม เช่น ทำตาชั่ง, เครื่องมือที่มีเส้นเพื่อความแข็งพิเศษ

7. GALVANIZE, GALVANUCALED เป็น MILD ที่เคลือบสังกะสีกันสนิม

8. TIN PLATE เป็น MILD STEEL ที่เคลือบดีบุกเพื่อกันสนิม

ข้อดีของเหล็ก ราคาถูก, หาได้ง่าย

ข้อเสียของเหล็ก เป็นสนิมได้ง่าย, น้ำหนักมาก, ไม่ทนต่อสารเคมีบางชนิด

- สแตนเลส (STAINLESS STEEL)

เป็นวัสดุที่นิยมใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์บรรจุต่างๆ เช่น หม้อ, ชัน, จาน, ชาม, ช้อน ภาชนะใช้หุงต้ม หรือแม้แต่ภาชนะทางอุตสาหกรรม เนื่องจากความแข็งแรง กันสนิม 100 % กันสารเคมี และมีความมันแวววาวในตัวสแตนเลสเอง สแตนเลสเป็นโลหะที่ผสมกันระหว่างโครเมียมกับนิเกิลมีโครงสร้างแบบ (AUSTENITIC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1. REVETING เป็นวิธีทาง MACHANICAL โดยการใช้ PIN ที่มีด้านหนึ่งเป็นหัว

2. THREADING คล้ายๆ แบบ REVETING แต่ใช้ตัวนอกและแหวนแทน PIN ของ REVET ประโยชน์เพื่อสามารถถอดประกอบได้

3. SEAMING เป็นการพับตะเข็บ เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ตัวมันเองยึดอยู่ด้วยกันและบางครั้งใช้เชื่อมอีกครั้งเพื่อความแข็งแรง

4. CEMENTING เป็นการเชื่อมถาวรโดยใช้กาว CHEMICAL ADHESIVE คล้ายกับงานไม้แต่กาวนี้มีแรงจับสูงพิเศษ เช่น พวก อีพอกซี่ (EPOXI) ซึ่งใช้กับโลหะแผ่น

5. SOLDERING AND BRAZING เป็นการเชื่อมถาวรแต่ต่างจากวิธี WELDING ที่ใช้โลหะอื่นเข้าไปเสริมขณะเชื่อม เรียกว่า บัดกรี

6. WELDING เป็นการเชื่อมถาวรโดยการหลอมละลายโลหะให้ติดกันโดยวิธี MELTEN METAL เช่นพวกลวดเชื่อม หรือโดยใช้แรงกด เช่น วิธี CARBON ARC หรือ SPOT WELDING เรียกทั่วๆ ไปว่าเชื่อมไฟฟ้า, เชื่อมแก๊ซ, อาร์ก

4. <u>การตกแต่ง (FINISHING)</u>

การตกแต่งเป็นวิธีขั้นสุดท้ายเพื่อให้โลหะดูสวยงามและป้องกันผิวโลหะ โดยสามารถแบ่งได้ 4 แบบ ด้วยกัน คือ

1. BUFFING เป็นการขัดผิวหน้าโลหะให้เรียบด้วยกระดาษทรายหรือผ้า หรือมีน้ำยาพวก BRASSO มาช่วยในการขัดให้เรียบ

2. TEXTURING เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด คือ ใช้ฆ้อนทุบโลหะให้เป็นลายต่างๆ เพื่อให้น่าดูขึ้นและไม่ลื่นมือเมื่อจับ

3. การใช้สี (COLORING) อาจใช้วิธีเทคนิค, ความร้อน, เพื่อให้เกิด OXIDE กับโลหะ หรือ เคลือบผิวโลหะ เช่น การชุบ

4. การเคลือบ (COATING) เป็นการพ่นหรือทา เช่น การทาสี, ทาแลคเกอร์, เคลือบขี้ผึ้ง, พลาสติก, หรือ ลงสี ENAMELING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2. การขึ้นรูป (FORMING) เป็นการนำเทคนิคมาใช้ในการเปลี่ยนรูปร่างวัสดุโดยไม่มีการเอาวัสดุมาเพิ่มปะเข้าไปหรือตัดทิ้ง การขึ้นรูปอาจเป็นวิธี HOT FORM หรือ COLD FORM โดยต้องรู้ถึงคุณสมบัติของวัสดุก่อน เช่น การทำ COLD FORM ใช้กับวัสดุพวกทองแดง ทองเหลือง แต่สำหรับเหล็กบางอย่างต้องใช้ HOT FORM

การขึ้นรูปแบ่งออกเป็น 8 วิธี

1. การหล่อ (CASTING) เป็นการหลอมโลหะที่เหลวลงในแบบปล่อยให้เย็นเล้วจึงแกะแบบ

2. การพับ (BENDING) เป็นการขึ้นรูปโดยการพับโดยต้องการให้งานชิ้นนั้นมีแรงดึงมากขึ้นโดยมากเป็นงานที่ออกแบบมาเป็นเส้นตรงหรือเป็นรูปกล่อง

3. FROGING เป็นการขึ้นรูปโดยใช้แรงอัดและบีบให้โลหะถูกกดเป็นรูปต่างๆ ต้องมี DIE หลายๆ ตัวที่แข็งมาก โดยที่มีการ DIE เป็นขั้นตอนเช่น เพลารถ พวกสลักต่างๆ โดยทำโลหะให้ร้อนก่อนใส่ในเครื่องจักร จะบีบโลหะให้เปลี่ยนรูป

4. PRESSING เป็นการอัดที่ใช้แรงกัน มักจะใช้กับพวกเหล็กแผ่นโดยมีแม่แบบ (MOLD) 2 ตัว อัดและบีบโลหะให้ขึ้นรูปตามต้องการ เช่น จาน, ถาด รูปร่างคล้ายวิธีพับ แต่การ PRESSING นี้ทำได้หลายทิศทาง วิธีพับทำได้เฉพาะแนวนอนเท่านั้น

5. DRAWING เป็นการดึงโลหะจาก DIE โดยต้องให้ความร้อนแก่โลหะให้อ่อนตัวแล้วใส่ในรูบังคับ (DIE) แล้วรีดออกมาเป็นรูปแบบตายตัว

6. EXTRUDING เป็นการฉีดโลหะหลอมเหลวเข้าไปในแม่แบบที่ทำไว้เป็นหลักการของอุตสาหกรรมที่ต้องการทำมากๆ โดยมีแม่แบบ 2 ตัว และโลหะอยู่ตรงกลาง

7. ROLLING เป็นการขึ้นรูปแบบร้อน (HOT FORMING) คล้ายๆ แบบพับ แต่แบบหมุนไม่ใช้โลหะหลอมแบบนี้ทำงานโดยใช้ลูกกลิ้งรีดแผ่นโลหะเป็นรูปต่างๆ ได้เช่น เหล็กฉาก, กลมกลวง, กลม, เหลี่ยม

8. SPINING เป็นกรรมวิธีผลิตคล้ายๆ กับการกลึงใช้กับงานขึ้นรูปทรงกลมโดยมีแบบไม้ก่อนเอาแผ่นเหล็กใส่ในแบบคล้ายการขึ้นรูปงานเซรามิค

3. การยึดวัสดุ (FASTERNING)

การยึดวัสดุโลหะ 2 แผ่นขึ้นไปให้ยึดกันมีกรรมวิธีในการทำต่างๆ กันถึง 6 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เป็นรอยขีดข่วนง่าย รับแรงกระแทกได้ดีมาก ชุบโครเมี่ยมติดทนทาน ใช้ทำหมวกกันน็อค, ปุ่มหน้าปัด, ตู้วิทยุโทรทัศน์, ถ่ายอาหาร, เครื่องโทรทัศน์, เครื่องใช้ในครัวเรือน

- โพลีฟีนีลีน ออกไซด์ (POLYPHENTLENE OXIDE) มีชื่อย่อว่า PPO คุณสมบัติคงรูปดีมาก ยืดหดน้อยมาก ทนอุณหภูมิตั้งแต่-275°F -375°F มีความแข็งแรงและหนียว นิยมใช้ทำอุปกรณ์ทางแพทย์ ทำไส้กรองน้ำ แม่ปั๊มน้ำแบบใบพัด ด้ามจับเครื่องมือช่าง เครื่องใช้ในครัวเรือน ทำตัวถังเครื่องใช้ในสำนักงาน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร พิมพ์ดีด
- SAN (STYRENE ACRYLONITRILE) มีคุณสมบัติทนต่อแรงกระแทกและมีความแข็งมากขึ้นใช้ทำตัวถังเครื่องกลไก, เครื่องใช้อีเลคโทรนิคส์, เครื่องดิคเลขโทรทัศน์ วิทยุ, ใช้ในงานบรรจุหีบห่อคุณภาพสูง
- ABS-POLYCARBONATE ALLOY คือการผสม ABS กับ POLYCARBONATE จะได้สารพลาสติคที่มีคุณสมบัติทางกายภาคที่ดีกว่าเดิม สามารถทนในการรับแรงสูงมากทนต่ออุณหภูมิสูงกว่าเดิม ทนแรงกระแทกกว่าแบบ HIGH-IMPACT ABS
- ABS-PVC ALLOY โดยเอา ABS ผสม PVC ชนิดแข็งจะได้พลาสติคที่มีความแกร่ง (STIFFNESS) ทนความร้อนสูงกว่าเดิม ทนแรงกระแทกได้ดีกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

วัสดุที่เป็นส่วนด้ามจับ (HANDLE) ของอุปกรณ์โดยทั่วๆ ไป มักจะไม่ใช่วัสดุจำพวกที่เป็นโลหะ ซึ่งจะเห็นโดยทั่วไปว่าจะใช้วัสดุส่วนใหญ่เป็นพวกวัสดุที่มีคุณสมบัติที่สามารถกันความร้อน, มีความคงทนสูง, สีสรรสวยงาม, ราคาไม่แพงนัก ดังนั้นวัสดุที่จะนำมาเป็นส่วนด้ามจับจึงคัดเลือกวัสดุประเภทพลาสติก (PLASTIC) ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆ และความนิยมสูงในการนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ในปัจจุบัน พลาสติกที่จะนำมาใช้ในงานภาคนิพนธ์นี้จึงจะคำนึงถึงคุณสมบัติที่เป็นหลักดังนี้

- ความแข็งแรง
- ป้องกันความร้อน
- ทนต่อความร้อน
- ราคาถูก

จากข้อกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของพลาสติกที่ต้องการทำให้สามารถคัดเลือกรายชื่อพลาสติกที่สามารนำมาใช้ออกแบบและมีคุณสมบัติตามที่ต้องการได้ดังต่อไปนี้

ประเภทเทอร์โมเซทส์ติ้ง

- อลลลายส์ (ALLYL) แบ่งเป็น DAP (DIALLYL PHTHALATE) และ DIAP (DIALLYL ISOPHTHALATE) มีคุณสมบัติคล้ายกัน ทนต่ออุณหภูมิสูง 300°F ถึง 500°F นิยมทำอุปกรณ์ทางไฟฟ้า
- ยูเรีย (UREA) จัดอยู่ในพลาสติกพวก อามิโน (AMINO) นิยมใช้ทำเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าในครัวเรือน เช่น สวิชไฟฟ้า, ปุ่มจับ, ด้ามเครื่องมือ
- ฟีโนลิค (PHENOLIC) ฟีโนลิคมีชื่อเรียกทางการค้าว่า แบกเกลไลท์ (BAKELITE) เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติพิเศษนิดจากพลาสติก TS อื่นๆ หลายๆ ประการ เช่น สามารถรับแรงอัดและแรงกระแทกได้ดี รับแรงดึงได้ดี แต่รับแรงบิดงอได้น้อยมาก นิยมใช้ทำด้ามมือจับ หูกะทะ หูหม้อ ฝาครอบอุปกรณ์ไฟฟ้า ฝาครอบจานจ่ายไฟรถยนต์ อ่างบรรจุสารเคมี

ประเภทเทอร์โมพลาสติก

- เอบีเอส (ABS) จัดอยู่ในกระกูลสไตรีน (STYRENE) ทนความร้อนประมาณ 200°F ทนกรดด่างได้พอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีผิวมันเรียบไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กรรมวิธีในการผลิตพลาสติก

กรรมวิธีในการผลิต ผลิตภัณฑ์พลาสติกมีกรรมวิธีที่แตกต่างกันออกไปมากกว่า 15 วิธี การจะเลือกกรรมวิธีใด เพื่อการผลิตชิ้นส่วนใดของพลาสติก จะต้องพิจารณากันหลายแง่หลายประเด็น อาทิ รูปร่างทางเรขาคณิตของชิ้นงาน ที่ราคา ต้นทุนการผลิต จำนวนผลิตเป็นต้น ในที่นี้ขอกล่าวถึงกรรมวิธีการผลิตโดยใช้แม่พิมพ์เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกประกอบการออกแบบงานพลาสติกและเป็นกรรมวิธีที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศดังนี้คือ

1. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดเข้าแม่พิมพ์ปิด (INJECTION MOLDING)

กรรมวิธีนี้แบบนี้ใช้ความร้อนแรงกัน-อัดวัสดุพลาสติกเข้าสู่แม่พิมพ์แบบปิด กรรมวิธีนี้ใช้กับพลาสติกจำพวกเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ สามารถผลิตได้รวดเร็วและได้ปริมาณมาก

2. กรรมวิธีการผลิตแบบอัดลงแม่พิมพ์ปิด (COMPRESSION MOLDING)

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ส่วนใหญ่ใช้กับพลาสติกจำพวกเทอร์โมเซทติ้ง ชนิดที่เป็นผงละเอียด ผลิตได้ไม่รวดเร็วเท่าแบบฉีด ถ้าใช้พลาสติกเม็ด จะทำให้เวลาการผลิตล่าช้ามาก เพราะต้องรอเวลาหลอมละลายของพลาสติก

3. กรรมวิธีการผลิตแบบอัดส่งลงแม่พิมพ์ปิด (TRANSFER MOLDING)

กรรมวิธีการผลิตนี้เป็นกรรมวิธีการผลิตเช่นเดียวกับแบบอัดและส่วนใหญ่มักใช้กับพลาสติกเทอร์โมเซทติ้ง ชนิดเหลว ตัวแม่พิมพ์จะเป็นแบบปิดคล้ายกับแม่พิมพ์ของเครื่องฉีด ใช้กับชิ้นงานที่มีตัววัสดุฝังใน (INSERTS) เช่น โลหะแทรกอยู่

4. กรรมวิธีการผลิตแบบขึ้นรูปด้วยความร้อน (THERMOFORMING)

กรรมวิธีการผลิตแบบขึ้นรูปด้วยความร้อนนี้มีเครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้หลายชนิด แตกต่างกันออกไป แต่มีหลักการใหญ่เหมือนกัน คือ นำแผ่นเทอร์โมพลาสติกไปอบด้วยความร้อนให้เกือบถึงจุดหลอมเหลวแล้วนำไปอัดขึ้นรูปในแม่แบบสามารถแบ่งวิธีการผลิตออกได้เป็น 3 แบบ คือ

- การขึ้นรูปด้วยแม่แบบ (MECHANICAL THERMOFORMING)
- การขึ้นรูปด้วยสูญญากาศ (VACUUM THERMO FORMING)
- การขึ้นรูปด้วยลมอัด (BLOW THERMO FORMING)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ข้อคำนึงถึงในการออกแบบส่วนต่างๆ ของผลิตภัณฑ์พลาสติก

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกเมื่อนักออกแบบได้ผ่านขั้นตอนการออกแบบรูปร่าง ความงามและประโยชน์ตามหลักของการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรมแล้วต้องพิจารณาถึงส่วนต่างๆ ของการผลิตผลิตภัณฑ์ด้วย มิฉนั้นแล้วชิ้นงานนั้นจะไม่สามารถผลิตออกมาได้ตรงตามแบบเลย ข้อคำนึงถึงในการออกแบบเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ถูกต้องสมบูรณ์มีดังนี้คือ

1. เส้นรอยแตกประสาน (WELD LINE) หรือ (KNIT LINE) เป็นลักษณะรอยเส้นคล้ายกับรอยแตก เกิดจากการแข็งตัวของเนื้อพลาสติกในเวลาต่างกัน สาเหตุที่เกิดมีหลายสาเหตุ ที่ที่สำคัญเกิดจากการออกแบบไม่ดี ทำให้การไหลของพลาสติกไม่คล่องตัว การเกาะตัวกันของพลาสติกจึงไม่ผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกัน หลักในการออกแบบชิ้นงานไม่ให้เกิด WELD LINE คือต้องออกแบบให้พลาสติกเหลวไหลได้คล่องตัวและสม่ำเสมอที่สุด โดยอาศัยธรรมชาติของรูปทรงและคุณสมบัติการไหลของพลาสติกเหลว

2. การออกแบบเพื่อการไหล (FLOW) และรูปทรง (SHAPE) การออกแบบเพื่อให้เกิดรูปทรงและการไหลที่ดีนั้น ควรออกแบบให้มีความโค้งให้มากเข้าไว้หยายามหลีกเลี่ยงส่วนที่เป็นมุมแหลมมาก ๆ หรือส่วนที่ลึกมาก ๆ เพื่อช่วยในการไหลตัวของพลาสติก การจัดวางระยะความกี่ของช่องว่างควรจัดวางให้สัมพันธ์กันเพื่อกันรอยแตกที่จะเกิดบนผิวพลาสติก

3. การออกแบบ RIBS, BOSSES และ GUSSET

RIBS หมายถึง ส่วนที่ยื่นล้ำมาจากผนังในลักษณะเป็นแผ่นยาวบางมีหน้าที่รับแรงหรือตกแต่งความงาม

BOSSES หมายถึง ส่วนยื่นล้ำออกมามีลักษณะเป็นแท่งแท่น หรือรูปร่างชิ้นมีหน้าที่รับแรงหรือประกอบเข้ากับส่วนอื่น

GUSSETS หมายถึง ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวเสริมเพิ่มเติมเพื่อช่วยยึดหรือรับแรงตรงมุมของผนัง

จากลักษณะเหล่านี้เป็นต้นเหตุทำให้งานออกแบบยากขึ้น ผู้ออกแบบจึงต้องคำนึงถึงการไหลของพลาสติกโดยอาศัยหลักพื้นฐานสำหรับการออกแบบเสมอ

4. เส้นต่อชิ้นส่วน (PARTING LINE) หรือ (CUT OFF LINE) หมายถึงเส้นรอยต่อที่ปรากฏบนตัวผลิตภัณฑ์เกิดจากรอยต่อประกบกันของแม่พิมพ์ไม่ควรให้มี PARTING LINES ปรากฏอยู่บนตัวผลิตภัณฑ์เพราะจะดูไม่เรียบร้อยสามารถแก้ได้โดยใช้หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- ออกแบบให้เรียบง่ายและใช้แม่พิมพ์น้อยชิ้นที่สุด
- ออกแบบหลบซ่อนส่วนที่รู้ว่าต้องเกิดเส้นต่อชิ้นส่วน
- ออกแบบใช้ประโยชน์จาก PARTING LINES เป็นส่วนตกแต่งลายเส้นทำให้เกิดความงามขึ้นในรูปทรง

5. <u>ความหนาของผนัง</u> (WALL THICKNESS) ผนัง หรือ แผ่นพื้นของชิ้นงานที่ไม่ราบเรียบเสมอกันหรือมีความหนาไม่สม่ำเสมอจะก่อให้เกิดปัญหาของการโค้งงอของผลิตภัณฑ์ และเกิดการยุบตัว (SINK MARK) ในส่วนที่หนาเกินไปแก้ไขปัญหาโดยพยายามใช้ความหนาที่สม่ำเสมอและอยู่ในปริมาณความหนาที่จำกัดใกล้เคียงกันโดยตลอด

ชื่อพลาสติก	ความหนา (หน่วยเป็น M.M)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
ABS	0.79	3
ยูเรีย (UREA)	0.82	4.5
ฟีโนลิค (PHENOLIC)	1.17	25.4
โพลีฟีนีลีนออกไซด์ (PPO)	0.79	9
SAN	0.79	6

ตารางแสดงค่าความหนาต่ำสุด, สูงสุดของพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.15 การศึกษาอิทธิพลของสี

ผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมต้องการการตกแต่งภายนอกด้วยสีสรร เพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพ เพื่อผลทางการขาย และผลประโยชน์อื่น ๆ ที่เป็นผลพลอยได้ของการตกแต่งสีของผลิตภัณฑ์

เราสามารถแยกลักษณะของการตกแต่งสีผลิตภัณฑ์ได้ใหญ่ ๆ ดังนี้

1.- การใช้สีวัสดุ วัสดุในที่นำมาผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีสีของตัวมันเองอยู่แล้วการนำสีของวัสดุมาใช้ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตลงไปได้อย่างมาก แต่วัสดุบางชนิดก็ไม่สามารถนำสีวัสดุมาใช้ได้เลย เนื่องจากคุณสมบัติและความจำเป็นบางกรณีย์

2.- การชุบ การชุบเป็นวิธีหนึ่งในการเคลือบผิวของวัสดุแต่เป็นการเคลือบผิวของวัสดุด้วยโลหะ เช่น ทองแดง, ทองเหลือง, นิเกิล, เงิน, ทอง เพื่อให้ผิวหน้าของวัสดุมีคุณสมบัติเหมือนกับวัสดุที่นำมาชุบเพื่อลดต้นทุนการผลิต

3.- การเคลือบหรือพ่น เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการตกแต่งสีผลิตภัณฑ์ ใช้วิธีเคลือบ ทา หรือพ่น สีทับลงบนผิวของผลิตภัณฑ์ ด้วยสี เช่น สีน้ำมัน หรือสีที่มีส่วนผสม อื่น ๆ ตามคุณสมบัติและความต้องการ

ลักษณะของการใช้สีผลิตภัณฑ์

- เทคนิคการใช้สี อาจแบ่งเป็น

1.- สีกับรูปร่าง (COLOR AND FORM)

ได้แก่การใช้สีเพื่อช่วยให้รูปทรงมีลักษณะตามความรู้สึกของสี เช่น รูปร่างวัสดุเป็นเหลี่ยมถ้าต้องการให้ดูแข็งแรง หนักก็ใช้สี มืด ๆ เช่น เหาแก่ น้ำเงิน ดำ หรือ บรอน

2.- สีกับพื้นผิว (COLOR AND TEXTURE)

บางครั้งสีกับผิว วัสดุที่ทาก็ให้ความรู้สึกที่ต่างกัน เช่น ผิวเกลี้ยง กับผิวขรุขระ ถ้าทาสีดำก็จะให้ความรู้สึกต่างกันออกไป

3.- สีกับลักษณะวัสดุ

การปรากฏของสีของเนื้อวัสดุเองก็ให้ความรู้สึกต่อความคิดถึงวัสดุนั้น หากเรายสมสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เหมือนฟอยูมิเนียมแล้วนำไปหากล่องกระดาษก็สามารถเบนความเชื่อถือให้เห็นว่ากล่องกระดาษนั้นเป็นกล่องอลูมิเนียมได้ โลหะแต่ละชนิดมีสีในตัวเองไม่เหมือนกันเช่น

โครเมี่ยมจะมีสี ขาวอมฟ้า

นิเกิลจะมีสี ขาวออกเหลืองอ่อน

อลูมิเนียมจะมีสี ขาวอมฟ้าอมเทาอ่อน ๆ

4.– สีกับลักษณะผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ต้องมีลักษณะสัญญลักษณ์ของสีบอกตามมาตรฐานเพื่อเข้าใจความหมายของส่วนต่าง ๆ ซึ่งอาจมีอันตรายหรือเตือนไว้ เช่น

– ผลิตภัณฑ์ที่เคลื่อนที่ มักใช้สีเหลืองเบา (BRIGHT YELLOW)หรือเหลืองเป็นสีผลิตภัณฑ์ เช่น สีของเครื่องบรรทุกของหนักหรือ สกูทเตอร์

– ผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้า อาจใช้สีน้ำเงินเป็นสีกล่อง โดยมีสีภายในเป็นสีแสด เพื่อเตือนอันตรายเป็นต้น

5.– สีกับการบ่งบอกเฉพาะ มาตรฐานสากลนิยมใช้สีเป็นสัญญลักษณ์ โดยอาจจำกัดความหมายของสีแล้วแต่หรืออาจเฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งก็ได้ รวมถึงมาตรฐานส่วนใหญ่ เช่น สัญญาลักษณ์ของสีในการจราจรซึ่งอาจกำหนดสัญญลักษณ์สำหรับสี เช่น

สีแดง – อันตราย หยุด

สีม่วง – หยุด

สีเหลือง – เตือน ระวัง

สีน้ำเงิน – ระวังคนทำงาน

สีเขียว – ปลอดภัย

สมาคมความปลอดภัยแห่งชาติ กำหนดการใช้สีแทนสัญญลักษณ์หรือความหมายเป็นสากล ดังนี้

สีแดง – เครื่องมือป้องกันอัคคีภัย

สีเขียว – วัสดุไม่เป็นอันตราย สีเทาขาวหรือดำอาจใช้ในกรณีนี้ได้

สีน้ำเงิน – วัสดุหรือสารอันตรายเป็นพิษ

สีม่วง – วัตถุมีค่าการใช้งานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ความรู้สึกจากสี

สีบางสีมีความรู้สึกดึงดูดหรือไม่ดึงดูดความสนใจต่างกัน โดยมองในแง่ความรู้สึกการมอง อาจแยกกลุ่มได้ ดังนี้

– สีดึงดูดความรู้สึก (ADVANCEING COLOUR) ได้แก่ สีพวกสีร้อน เมื่อมองดูมีความรู้สึกสดุดตาเมื่อมองในระยะใกล้หรือไกล

– สีไม่ดึงดูดความรู้สึก (RECEDING COLOUR) ได้แก่ พวกสีเย็น สีเหล่านี้เมื่อมองในระยะไกลจะไม่ค่อยดึงดูดความรู้สึกนัก

ข้อคำนึงถึงในการตกแต่งสีผลิตภัณฑ์

1.– การใช้สี เพื่อความสวยงามของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เพื่อชักจูงในด้านการขายและการใช้สอย

2.– การใช้สี เพื่อเป็นตัวป้องกันผลิตภัณฑ์และวัสดุจากภาวะการทำลายภายนอกและสนิม

3.– การใช้สี ให้ตรงตามสมัยนิยม ถูกต้องตามความต้องการของตลาดและความถนัดของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

4.– การใช้สี ต้องคำนึงถึงความประหยัดหลีกเลี่ยงส่วนที่ไม่จำเป็นต้องใช้สีหรือใช้สีของของวัสดุให้เป็นประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 3

การศึกษาวิธีดำเนินงาน และรวบรวมข้อมูลวิทยานิพนธ์

3.1 การรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนิการวิจัยเรื่องนี้มีวิธีการรวบรวม ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ และปรับปรุงในการทำวิทยานิพนธ์ ดังนี้คือ

1. การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนการสอนวิชา ฟิสิกส์ ในระดับมหาวิทยาลัย
2. การศึกษาบทเรียนที่ต้องศึกษาด้วย เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต
3. การศึกษาเกี่ยวกับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต
4. การศึกษาวิธีปฏิบัติการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตและอุปกรณ์ที่ช่วยในการทดลอง
5. การศึกษาองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น การศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้ความต้องการ ขนาดสัดส่วนของผู้ใช้ สภาพบรรยากาศการทดสอบและอุณหภูมิในการทดลอง เป็นต้น

3.2 แหล่งข้อมูล

แหล่งที่มาของข้อมูล ในการดำวิจัยเรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้สถิต ผู้วิจัยได้ข้อมูลจากสถาที่ต่าง ๆ หลายแห่งด้วยกัน ดังนี้คือ

1. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า จากกระบัง คณะวิทยาศาสตร์
2. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตพระนครเหนือ คณะวิทยาศาสตร์
3. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตธนบุรี คณะวิทยาศาสตร์
4. สถาบันส่วเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สาขาวิชาฟิสิส
5. จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์
6. มหาวิทยาลัยมหิดล คณะวิทยาศาสตร์
7. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
8. มหาวิทยาลัยรามคำแหง คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากแหล่งข้อมูลดังกล่าว เพื่อศึกษาความรู้และความต้องการในการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสอน เรื่อง การเกิดประจุไฟฟ้าสถิต หรืออันตรกิริยาทางไฟฟ้า วิธีการดำเนินการวิจัยนั้น โดยการสัมภาษณ์และการสร้างแบบสอบถาม แก่ผู้ใช้อุปกรณ์ เพื่อจะได้ข้อมูลที่ถูกต้องและเที่ยงตรงในการทำวิทยานิพนธ์ให้ประสบความสำเร็จ นอกจากแหล่งข้อมูงดังกล่าวมาแล้วนั้นได้ศึกษาเกี่ยวกับ องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต เช่น การศึกษาขนาดสัดส่วน สัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์และผู้ใช้ ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง รูปร่าง ประโยชน์ใช้สอย วัสดุและกรรมวิธีการผลิต เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนในการออกแบบพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้น

3.3 กการสร้างและการใช้เครื่องมือ

การสร้างและการใช้เครื่องมือ ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูง หลายแห่งด้วย ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้คือ

1. การดำเนินการวิจัยจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ
2. การดำเนินการวิจัยจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

1. การดำเนินการวิจัยจากแหล่งข้อมูลปฐมภูม เป็นข้อมูลดิบที่ได้จากแหล่งที่มาของข้อมูลโดยตรงสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

1.1 ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามและสัมภาษณ์ ซึ่งวิจัยจากบุคคลในกลุ่มผู้ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต ซึ่งแบ่งได้ 2 กลุ่มดังนี้คือ

1. กลุ่มนักวิชาการ ซึ่งได้แก่ อาจารย์ผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญ ในสาขาวิชาฟิสิกส์ซึ่งสามารถให้ข้อมูลโดยตรง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ และสอบถามข้อความเห็นตลอดจนได้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างมาก เพื่อการวิจัยเป็นข้อมูลประกอบการออกแบบ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต และ เพื่อให้ทราบถึงความต้องการ ความจำเป็นในการใช้อุปกรณ์ ประกอบการเรียนการสอนให้เป็นประโยชน์ในการด้านการศึกษาต่อไปให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

2. กลุ่มนักศึกษา โดยการสำรวจความต้องการและพฤติกรรมของผู้ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต ในการทดลอง ว่าเกิดปัญหาตามไม่สะดวกหรือ ความยุ่งยากในการทำงาน ดังนั้นการดำเนินการวิจัย จึงต้องมีการสร้างเครื่องมือในการสำรวจความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและเที่ยงตรง ในการทำวิจัยนั้นผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามขึ้นประมาณ 200 ชุด เพื่อต้องการความคิดเห็นทัศนะคติ ความต้องการ ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ในขณะปฏิบัติการทดลอง ซึ่งการสร้างแบบสอบถามนี้เต็มที่และการสรุปได้ชัดเจนและแน่นอน กว่าการสัมภาษณ์หรือการสนทนาซึ่งเป็นการให้ข้อเสนอแนะ ความคิดเห็น ในลักษณะแต่ละบุคคลหลายความคิดเห็นการสรุปได้ยากกว่าการสร้างแบบสอบถาม

2. การดำเนินการวิจัยจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้จากหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเกิดประจุไฟฟ้า หรือ อันตรกิริยาทางไฟฟ้า และการศึกษาข้อมูลจากเอกสาร, รายงาน, การวิจัย, และวิทยานิพนธ์ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กับการวิจัยและการศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยผู้วิจัย ได้พยายามศึกษาความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิชาการที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางประกอบการศึกษาข้อมูล วิเคราะห์, เพื่อการออกแบบปรับปรุง ขึ้นใหม่ เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ให้เจริญก้าวหน้าต่อไป

3.4 <u>วิธีวิเคราะห์ข้อมูลและตีความหมายข้อมูล</u>

การตีความหมายข้อมูล เป็นวิธีการหาความหมาย จากคะแนนผลการสร้างแบบสอบถามว่าหมายถึงอะไรบ้าง เช่น คะแนนผลสรุปจากแบบสอบถามเหล่านั้น บอกให้ทราบว่าผู้มีความต้องการความคิดเห็น มีคุณลักษณะอย่างไรบ้างที่ได้จากการจัด แต่อย่างไรก็ดีแบบบสอบถามที่นำไปใช้จัด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมีวิธีในการตีความหมายของคะแนนผลการสร้างแบบสอบถาม ใน 2 ลักษณะ คือ

1. โดยวิธีการนำเอาคะแนนของนักศึกษา หรือผู้ใช้แต่ละคนไปเหรียบเทียบกับคะแนนของนักศึกษาคนอื่น โดยใช้แบบสอบถามอันเดียวกัน ซึ่งเรียกว่า เป็นการตีความหมายคะแนนผลการสอบถามความคิดเห็นและความต้องการของผู้ใช้แบบอิงกลุ่ม

2. โดยวิธีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ขึ้น เพื่อใช้เปรียบเทียบกับคะแนนผลการสร้างแบบสอบถาม ของนักศึกษา หรือ ผู้ใช้แต่ละคน ซึ่งเรียกว่าเป็นการตีความหมายของผลการสอบถามแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม จากแหล่งข้อมูล ดังนี้คือ

1. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง คณะวิทยาศาสตร์ สาขา ฟิสิกส์
2. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตพระนครเหนือ คณะวิทยาศาสตร์
3. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตธนบุรี คณะวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์
4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์
5. มหาวิทยาลัยมหิดล คณะวิทยาศาสตร์ สาขา ฟิสิกส์

การสร้างแบบสอบถาม ทั้งหมด 200 ชุด ที่ได้รับคืน 150 ชุด สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแบบสอบถามได้ดังนี้คือ

1. เพศ. จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 150 คน ชาย 110 คน หญิง 40 คน
2. นักศึกษา ชาย 106 คน หญิง 39 คน
3. อาจารย์ ชาย 4 คน หญิง 1 คน
4. อายุ ชาย 18 – 24 ปี หญิง 18 – 24 ปี
5. ความต้องการด้านอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ร้อยละ

   ชาย 90 คน หญิง 30 คน
6. ความไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประกอบการเรียนการสอน

   ชาย 15 คน หญิง 5 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 4

การวิเคราะห์

4.1 การวิเคราะห์ การทดลองปฏิบัติงาน

การวิเคราะห์การทดลองเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าสถิต อุปกรณ์เดิน หน้าที่ใช้สอยยังไม่อำนวยความสะดวกแก่นักศึกษาในการทดลองมากเท่าที่ควร ดังเช่น

1. ในการทดลองใช้ปฏิบัติทำให้เกิดประจุไฟฟ้าสถิตขึ้นนั้นจะต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือนำมาช่วยประกอบการทดลองเช่น อุปกรณ์สำหรับทำให้เกิดประกายไฟฟ้า เครื่องตรวจประจุไฟฟ้า เป็นต้น ในการที่จะนำอุปกรณ์เหล่านี้มาช่วยในการทดลอง มักจะเกิดปัญหาขึ้น ในการทดลองที่ไม่อำนวยความสะดวกเท่าที่ควร ซึ่งต้องมีการประกอบหรือเปลี่ยนบ่อย ๆ ซึ่งเป็นการสนองความต้องการหรือประโยชน์ต่อผู้ใช้ไม่เท่าที่ควรและไม่ได้มาตรฐาน

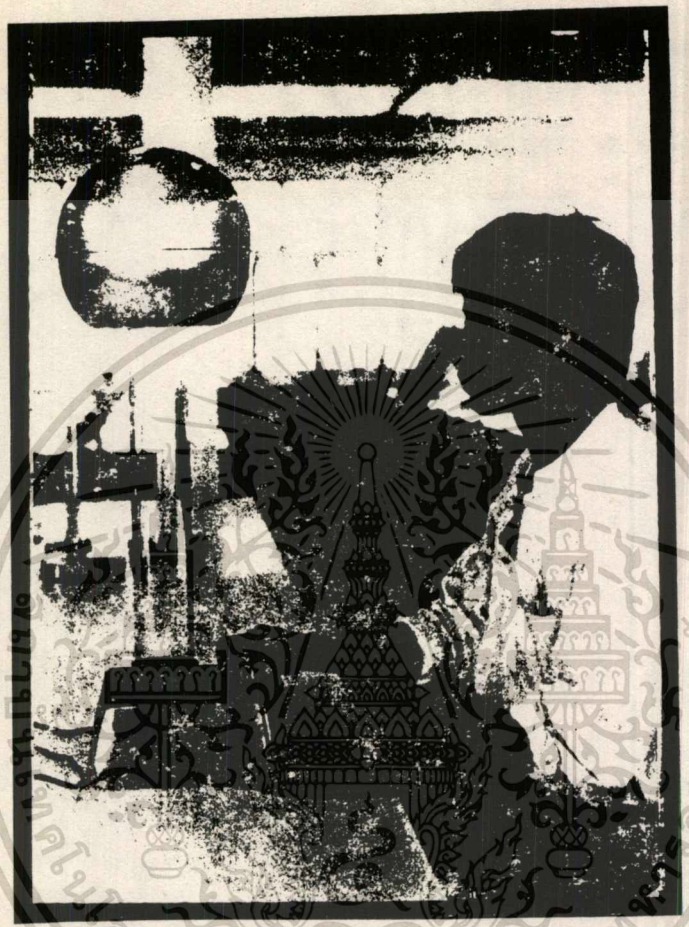
2. ไม่อำนวยความสะดวกในการใช้เมื่อร่วมการทดลองซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตของเดิมยังขาดข้อบกพร่องเหล่านี้ เช่น ปิด – เปิดเครื่อง

– ปุ่มปรับมอเตอร์ ไม่มีชื่อแสดงกำกับ ให้ทราบถึงการปิด–เปิดเครื่อง หรือการปรับความเร็วของมอเตอร์ให้ชัดเจน จากการศึกษานั้นควรจะมีการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

– อุปกรณ์สำหรับทำให้เกิดประกายไฟฟ้า ผู้ทำการทดลองต้องทำการต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต จากสายดิน ทำให้เกิดการขาดอุปกรณ์ หรือ ไม่อำนวยความสะดวกในการใช้ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นมากในการทดลอง

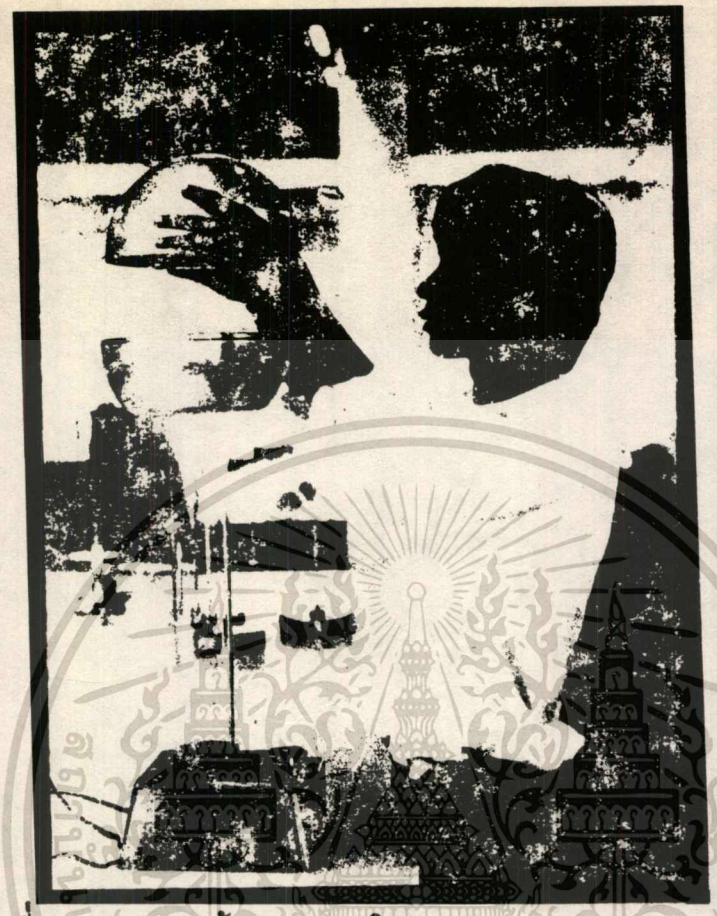
3. การวิเคราะห์เกี่ยวกับการปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลองที่เกิดจากอุปกรณ์นี้สามารถเกิดขึ้นกับผู้ใช้ได้ง่าย เพราะวัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างปกคลุมส่วนระบบทำงานหรือวงจรต่างๆที่นำมาประกอบที่หลัง ไม่เรียบร้อย หรือไม่มีการพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้นซึ่งอาจเป็นอันตรายแก่ผู้ใช้ได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 19 รูปภาพแสดงลักษณะการปฏิบัติการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 20 รูปแสดงลักษณะการเปิดผ้าคลุมหรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.2 การวิเคราะห์สัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ

จากการศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนโดยการหาค่าเฉลี่ย จากสัดส่วนของคนไทย และสัดส่วนที่สะดวกสะบายในการเคลื่อนย้ายและสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งานของคนไทยพอที่จะสรุปได้ดังนี้

1. ความสูงโดยเฉลี่ยของชายไทยและหญิงไทย

ความสูงของชายไทย แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1	ขนาดเล็กสูงโดยเฉลี่ย	159.8 ซ.ม.
กลุ่มที่ 2	ขนาดกลางสูงโดยเฉลี่ย	167.0 ซ.ม.
กลุ่มที่ 3	ขนาดใหญ่สูงโดยเฉลี่ย	174.6 ซ.ม.
	ค่าเฉลี่ยความสูงของทั้ง 3 กลุ่ม เท่ากับ	167.9 ซ.ม.

ความสูงของหญิงไทย แบ่งออกเป็น 3กลุ่ม

กลุ่มที่ 1	ขนาดเล็กสูงโดยเฉลี่ย	151.9 ซ.ม.
กลุ่มที่ 2	ขนาดกลางสูงโดยเฉลี่ย	157.5 ซ.ม.
กลุ่มที่ 3	ขนาดใหญ่สูงโดยเฉลี่ย	164.5 ซ.ม.
	ค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 กลุ่ม เท่ากับ	157.9 ซ.ม.
ค่าเฉลี่ยความสูงของชายไทยและหญิงไทย เท่ากับ		165.0 ซ.ม.

2. ระยะความสูงที่เหมาะสมในการใช้งาน

ระยะความสูงจากพื้นถึงระยะที่เหมาะสมในการทำงาน คือ 75 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์สัดส่วนผู้ใช้ ชาย–หญิง อายุ 18–24 ปี/เซนติเมตร

อายุ	ความสูงเฉลี่ย	ความสูงยืนสูงสุด	ความสูงยืนต่ำสุด	น้ำหนักเฉลี่ย
18	160.76	186.0	132	49.84
19	161.95	198.0	137	50.64
20	162.43	185.0	130	51.67
21	161.17	192.5	142	51.03
22	161.54	186.0	142	50.75
23	161.12	182.0	140	50.75
24	161.06	184.0	143	50.98

ข้อมูลจากหนังสือ สารานุกรมวัสดุก่อสร้างและอุปกรณ์ ของฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ ประยุกต์แห่งประเทศไทย (ข้อมูลสัดส่วนคนไทย)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การวิเคราะห์สัดส่วนของนักเรียนผู้ใช้

(อายุประมาณ 18 – 24 ปี)

ตามปกตินักเรียนชาย หญิง ตั้งแต่วัยโดยเฉลี่ยประมาณ 18–24 ในการออกแบบนั้น จึงคำนึงอย่างยิ่งถึงขนาดสัดส่วนต่าง ในการทำงานของร่างกาย จึงทำการศึกษาวิจัยหาความรู้อนุสัดส่วนของร่างกายซึ่งเป็นวิธีการที่จะช่วยให้งานออกแบบสามารถใช้ได้ดีถูกขนาดสัดส่วนและเหมาะสมกับผู้ใช้อย่างมากที่สุด โดยมีข้อคำนึงถึงได้ดังนี้คือ

1. มิติสัดส่วนระยะการมองเห็นชัดเจน
2. มิติสัดส่วนความสูงท่ายืน
3. มิติสัดส่วนความสูงระดับสายตา
4. มิติสัดส่วนความสูงระดับมือ
5. มิติสัดส่วนระยะเอื้อมแขนขึ้นบน
6. มิติสัดส่วนระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า

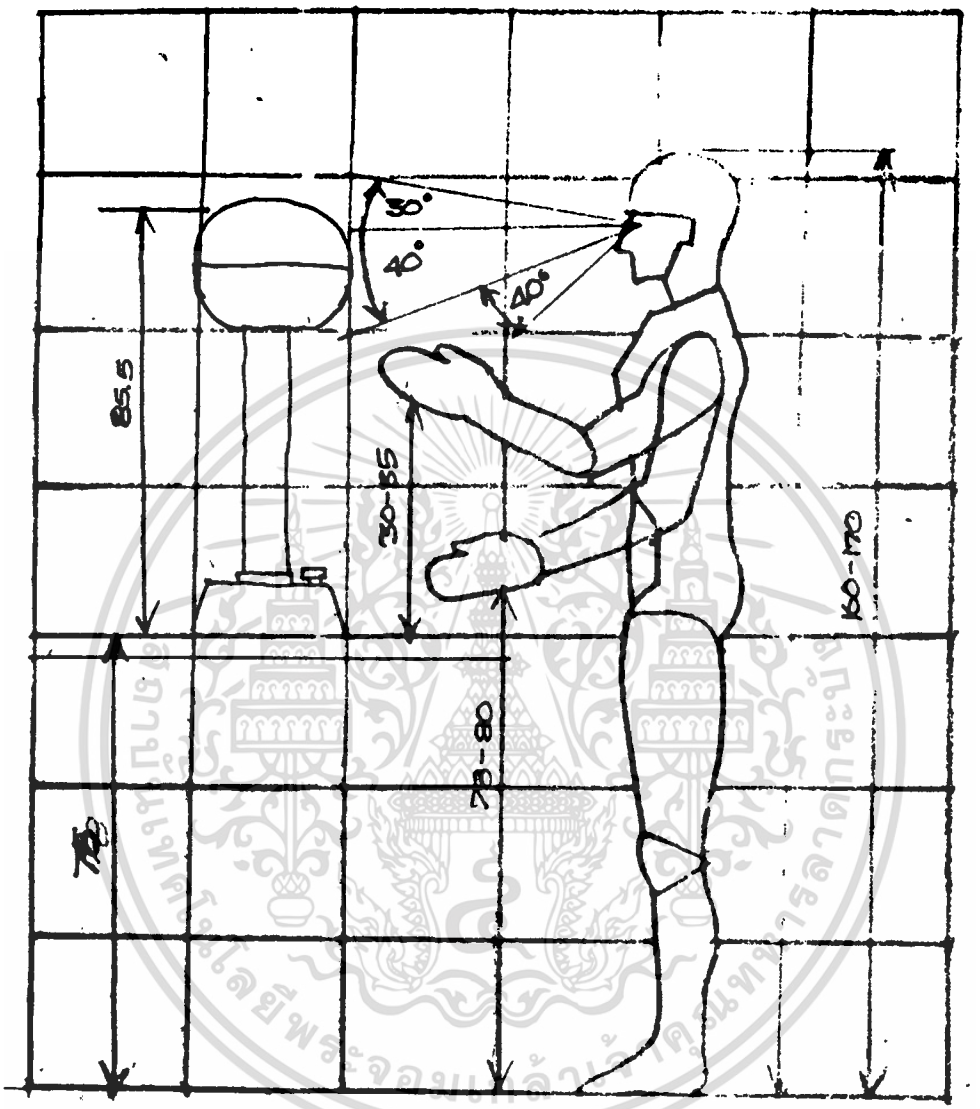
หมายเหตุ ในการปฏิบัติการทดลองส่วนมากจะนิยมใช้ท่ายืนเป็นท่าที่เหมาะสมที่สุด

หมายเลข	มิติของส่วนต่าง ๆของร่างกาย (เฉลี่ยประมาณ 18–24 ปี)	ค่าเฉลี่ยต่ำสุด (ซ.ม.)	ค่าเฉลี่ยสูงสุด (ซ.ม.)
1	ระยะการมองเห็นชัดเจน	30–40	45–55
2	ความสูงท่ายืน	150	170
3	ความสูงระดับสายตา	145	165
4	ความสูงระดับมือ	75	78–80
5	ระยะเอื้อมแขนขึ้นบน	125	132
6	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	147	157

หมายเหตุ โต๊ะมาตรฐานในห้องปฏิบัติการทดลอง ความสูงเฉลี่ยประมาณ 72–75 ซ.ม.

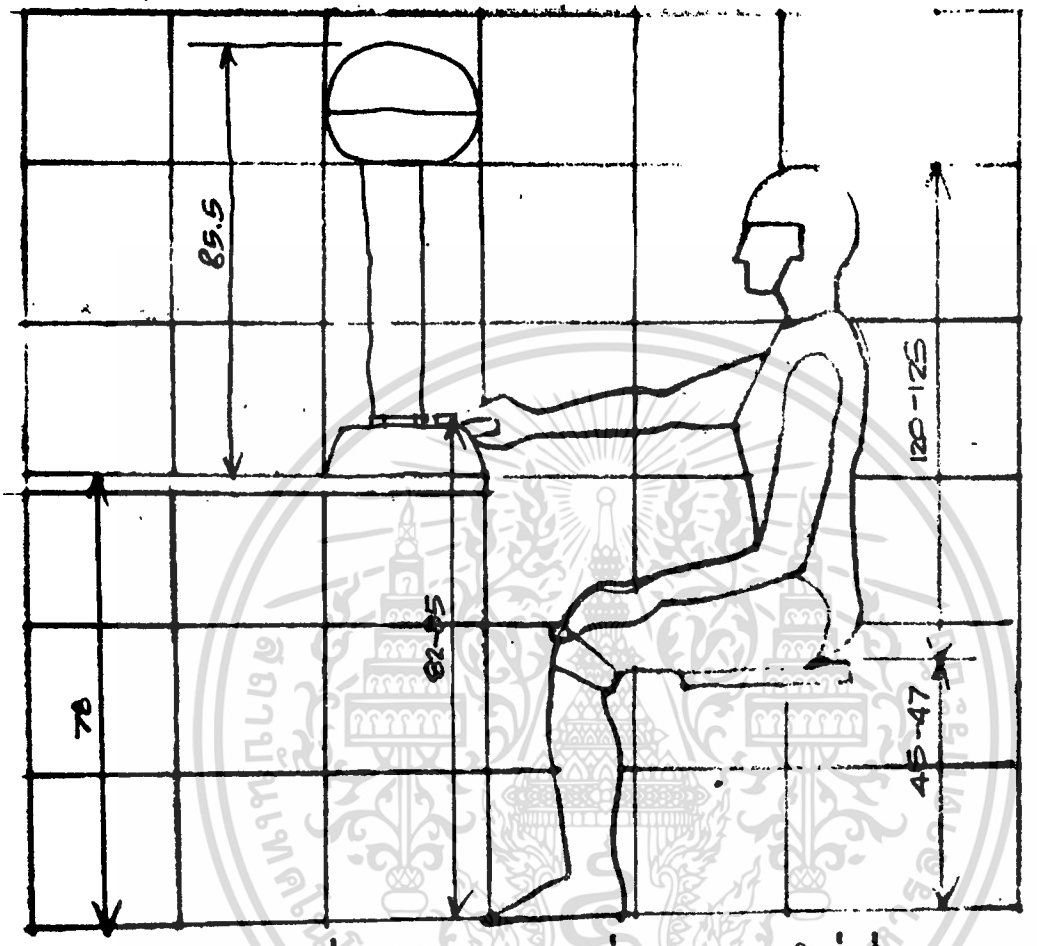
ตารางที่ 1 มิติส่วนต่างๆ ของร่างกาย(เฉลี่ยประมาณ 18–24 ปี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



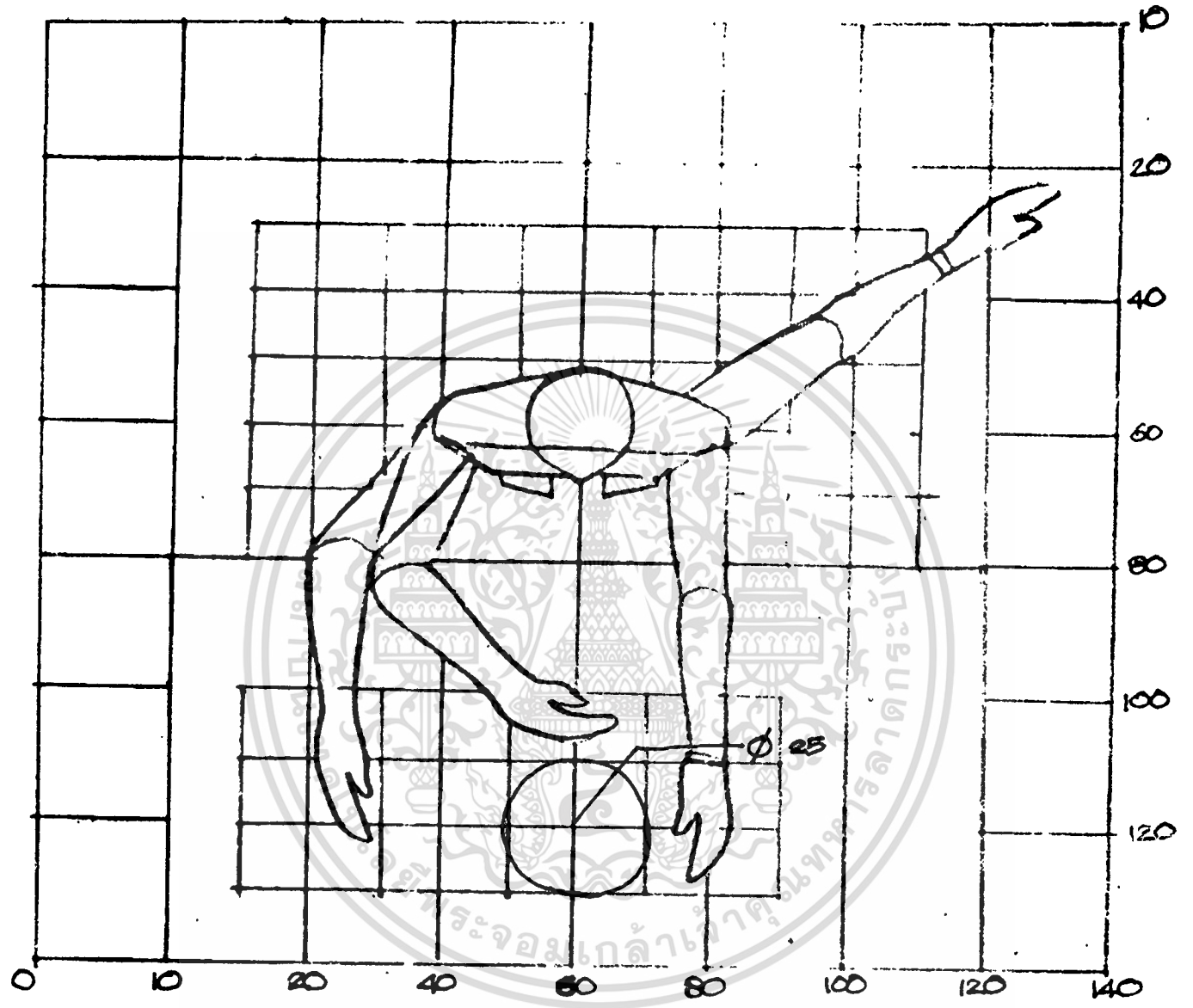
รูปที่ 21 รูปภาพแสดงลักษณะสัดส่วนการทดลองในท่ายืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 22 แสดงลักษณะสัดส่วนการทดลองในท่านั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 23 แสดงลักษณะ พื้นที่ปฏิบัติการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

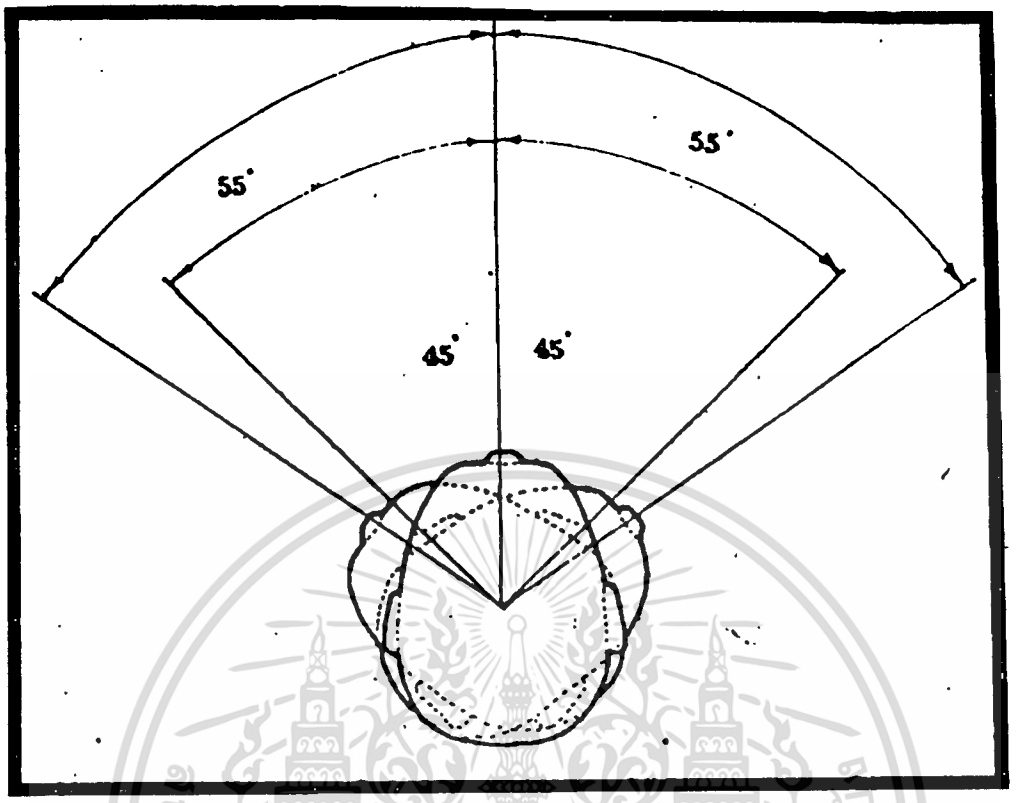
มิติมุมมองและการใช้สายตา

ลักษณะมิติมุมมองและการใช้สายตา ของผู้ใช้ จากการศึกษาจุดที่ผู้ใช้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนที่สุด คือระยะ10 ซ.ม. ผู้ใช้ทั้ง ชาย–หญิง มีอายุประมาณ 18–24 ปี การมองและการใช้สายตามีมิติค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

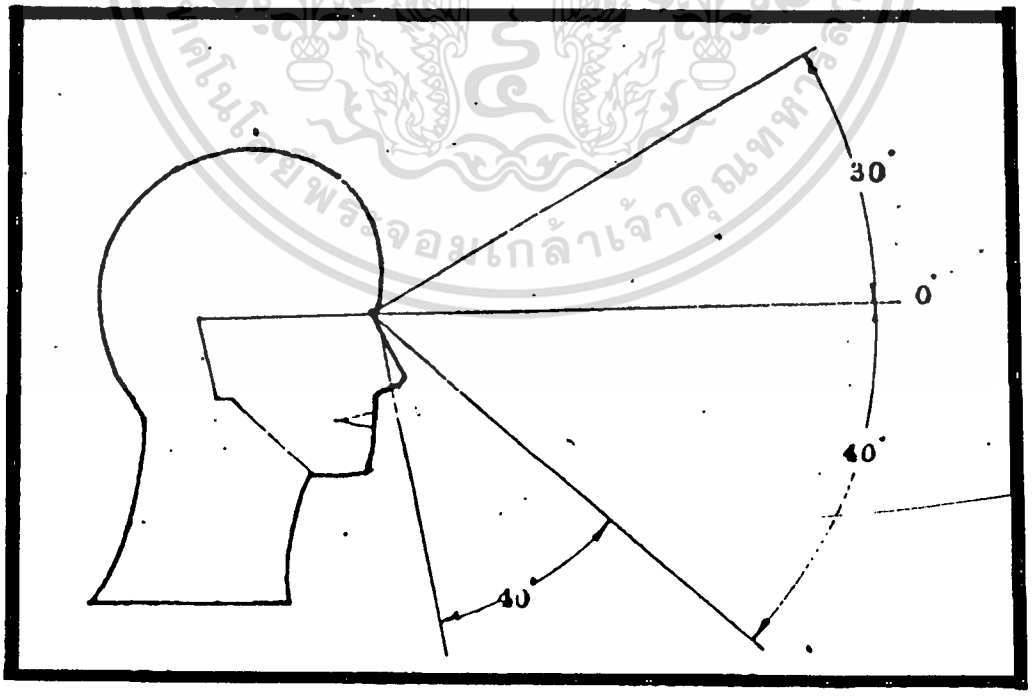
ตารางที่ 2 แสดงอัตราส่วนมิติมุมมองและการใช้สายตา

หมายเลข	มิติมุมมองและการใช้สายตา	อัตราส่วนชายและหญิง อายุ 18–24 ปี
1	ระยะใกล้จุดของวัตถุหรือภาพ	32.4 ซ.ม.
2	ระยะภาพที่ดีที่สุด	350 ซ.ม.
3	ระยะมุมก้มเงยมากที่สุด	60°
4	ระยะมุมก้มเงยสูงสุดและต่ำสุด	30–40°
5	เส้นระดับสายตาขณะยืน	10°
6	เส้นระดับสายตาขณะนั่ง	18°
7	ระยะมุมกว้างสุด	45° – 55°
8	ระยะมุมมองเห็นสีได้ดีที่สุด	80°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 24 แสดงมุมมองกว้างสุด



รูปที่ 25 แสดงมุมมองก้มเงยสูงสุดและต่ำสุด

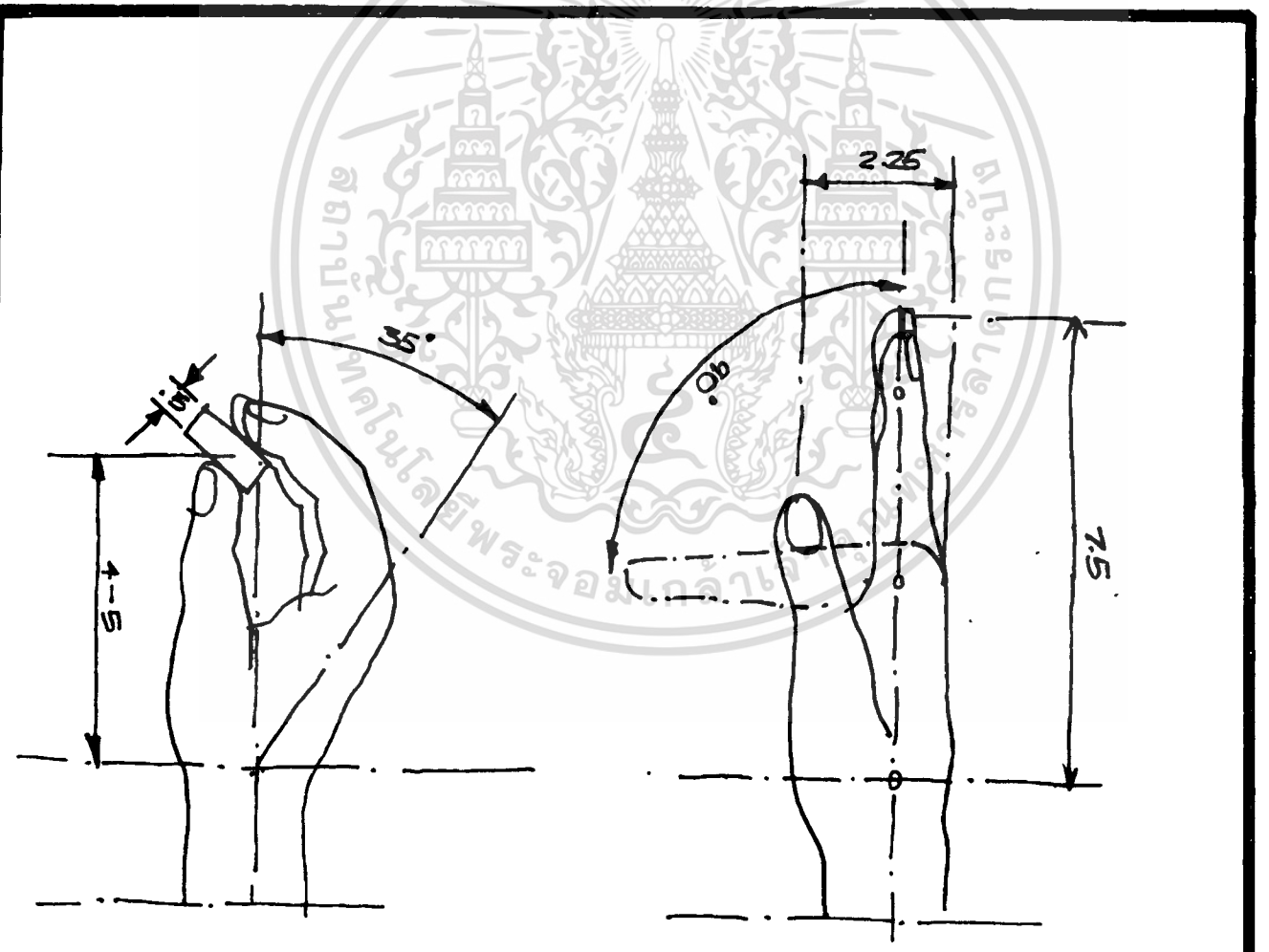
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

มิติสัดส่วนของมือในการควบคุมสวิทช์และการจับ

ลักษณะการใช้งาน ของมิติสัดส่วนของมือผู้ใช้ในการควบคุมสวิทช์ และการจับ สามารถแยกลักษณะการใช้งานออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้คือ

- ลักษณะการกดปุ่มหรือหมุนสวิทช์ควบคุม
- ลักษณะการบังคับสวิทช์
- ลักษณการจับ

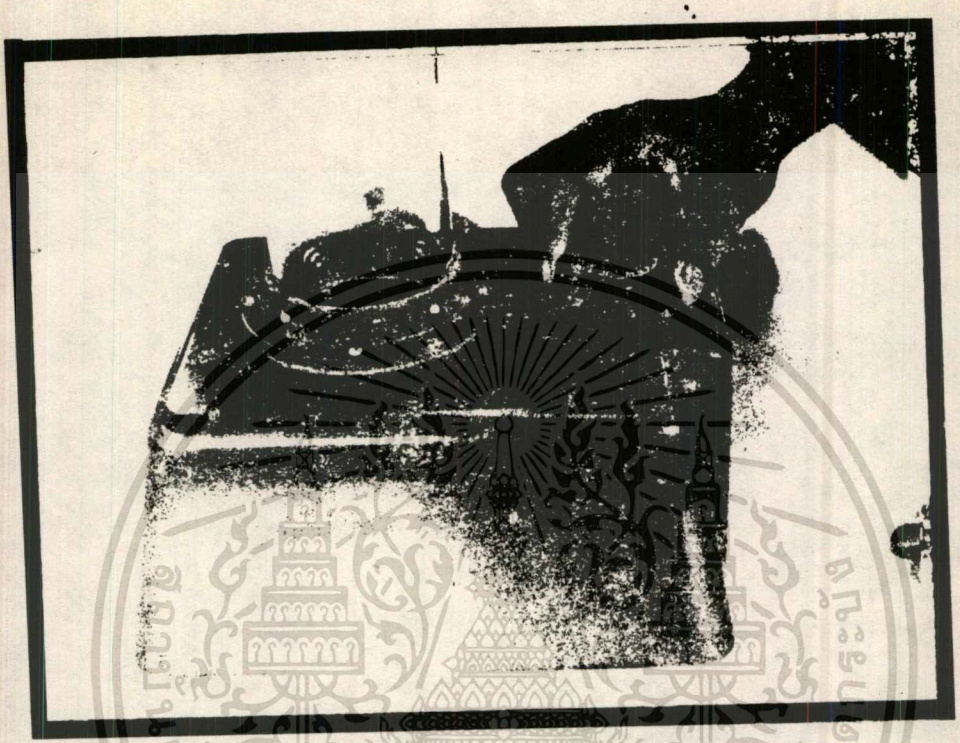
จากการศึกษาข้อมูลสัดส่วนการใช้งานของผู้ใช้ ขนาดเฉลี่ยของสัดส่วนมือที่ใช้งาน ยาวประมาณ 17.5 ซ.ม. กว้างประมาณ 10.5 ซ.ม. ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนได้จากหนังสือ



รูปที่ 26 มิติสัดส่วนของมือในการควบคุมและการจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 27 รูปภาพแสดงลักษณะการปรับมอเตอร์



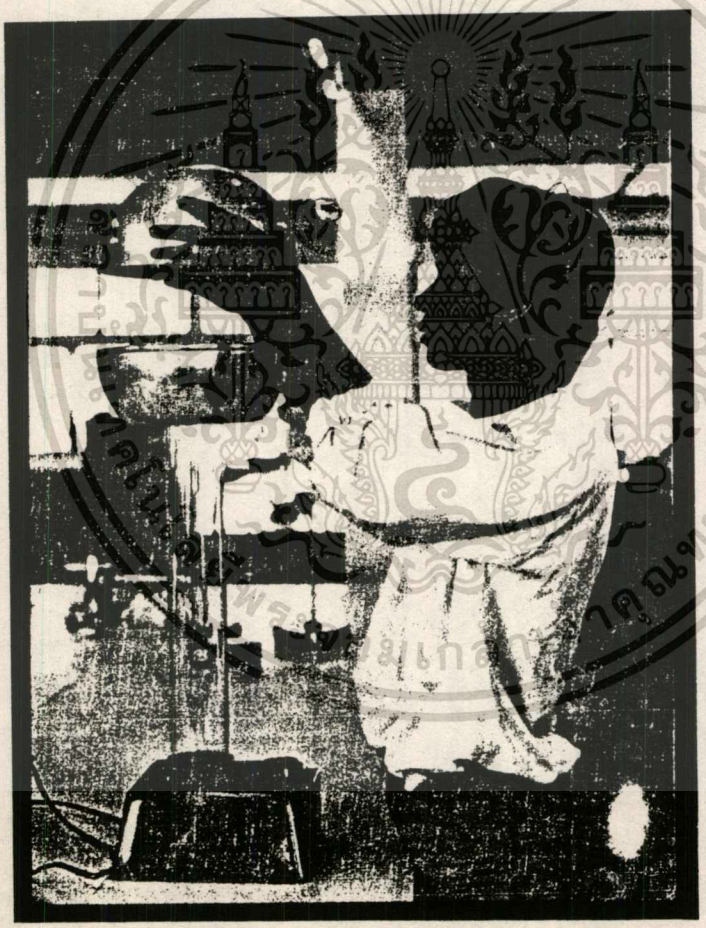
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.3 การวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญเพื่อนำมาออกแบบ

1. โลหะตัวนำทรงกลม ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุไฟฟ้าบวกหรือโปรตรอน (PROTON) ด้านในของโลหะทรงกลม จะมีลักษณะกลวง ภายในจะมีโลหะปลายแหลมซึ่งจะทำหน้าที่ จ่อหรือล่อใกล้กับสายพาน เพื่อทำให้เกิดการขัดสีหรือการเหนี่ยวนำประจะไฟฟ้าให้เกิดขึ้น

— วัสดุ ทำด้วยโลหะจำพวกอลูมิเนียม (ALUMINIUM)

— กรรมวิธีการผลิต แบบระบบการปั๊ม STAMPING อุปกรณ์เดิมจะมีส่วนประกอบเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนบนและส่วนล่าง



รูป 28 ภาพแสดงโลหะตัวนำทรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ทำใบพัดนำทรงกลม

คุณสมบัติ	เงิน	ทองแดง	อลูมิเนียม	สังกะสี	เหล็ก
ตัวนำไฟฟ้า	4	3	3	2	1
กรรมวิธีการผลิต	1	4	4	4	2
ความทนทาน	2	4	3	2	4
การรับน้ำหนัก	2	4	3	1	4
การยืดหดตัว	2	4	3	2	4
ทนความร้อน	1	4	3	2	4
การประกอบ	2	4	3	2	2
การตกแต่ง	2	4	3	2	2
ราคา	1	2	3	4	2
ความสวยงาม	3	4	3	2	3
รวม	22	37	34	25	31

4 ดีมาก

3 ดี

2 ปานกลาง

1 เลว

สรุปการวิเคราะห์ คุณสมบัติต่าง ของวัสดุที่เหมาะสมที่สุดคือ ทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การศึกษาวัสดุที่ใช้ทำโลหะตัวนำ

ในบรรดาตัวนำไฟฟ้าด้วนกัน เงินเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุด ทองแดงเป็นที่ 2 ทองคำเป็นที่ 3 และอลูมิเนียม เป็นตัวนำไฟฟ้าที่รองลงมา กล่าวคือ ขอให้เข้าใจว่า ไม่มีวัตถุใดที่เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด สมบูรณ์จริง ๆ กล่าวคือ การยอมให้ประจุไฟฟ้า ผ่านไปได้นั้นได้ดี ก็เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี นั้นเป็นเพียงการทดลองเพื่อเปรียบเทียบระหว่างวัตถุเหล่านั้น ภายใต้ลักษณะของการทดลองอย่างเดียวกัน เช่น วัตถุที่เป็นตัวนำ เมื่อเวลาอุณหภูมิสูงขึ้น คุณสมบัติของการเป็นตัวนำไฟฟ้า กลับลดลง คือ ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอาจเป็นไปได้ยากขึ้น

วัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า

วัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า เรียงลำดับจากตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุดลงไปตามลำดับดังนี้

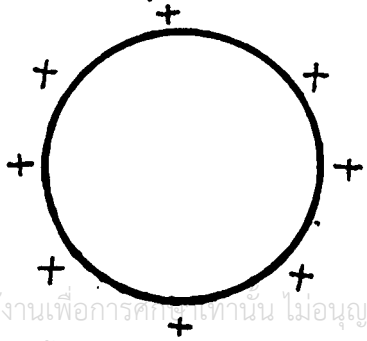
1. เงิน 2. ทองแดง 3. ทองคำ 4. อลูมิเนียม 5. สังกะสี 6. ปลาตินั่ม 7. เหล็ก 8. ปรอท
9. แท่งถ่าน 10. สารละลายของกรด, ด่าง, เกลือ
11. น้ำธรรมดา 12. ร่างกายมนุษย์

ดังนั้นตัวนำไฟฟ้า ก็หมายถึง วัตถุที่ยอมให้บรรจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ไปได้โดยสะดวก ได้แก่ โลหะต่าง ๆ สารละลายกรด , ด่าง สรุปได้คือ ตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุดคือ เงิน , ทองแดง ทองคำ และอลูมิเนียม ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพของวัสดุต้องสัมพันธ์กับรูปร่าง โดยคำนึงถึงความสำคัญในคุณสมบัติของวัสดุไปพร้อมกัน เพราะคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำโลหะตัวนำ จะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของงานออกแบบโดยตรง

การวิเคราะห์รูปทรงโลหะตัวนำ

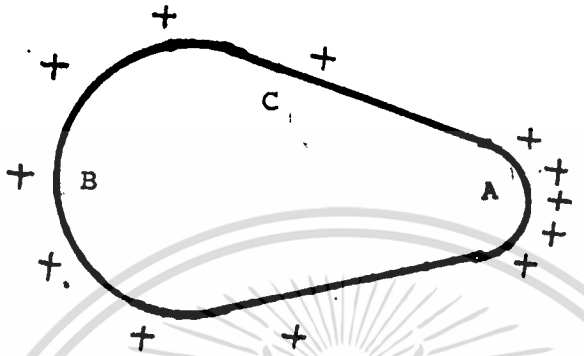
การวิเคราะห์รูปทรงกลม

วัตถุตัวนำรูปทรงกลม การเกิดประจุไฟฟ้าจะกระจายอยู่ที่ผิวรูปทรงกลมโดยสม่ำเสมอเท่า ๆ กันหมดทุกส่วน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กระจายของประจุไฟฟ้า จะกระจายอยู่ที่ผิวของรูปทรงวงกลมได้สม่ำเสมอ



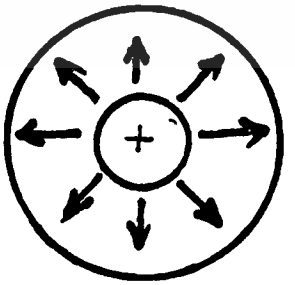
A ประจุไฟฟ้าจะกระจายไปอยู่ที่มุมมากที่สุด

B การกระจายของประจุไฟฟ้าจะรองลงมา

C ผิวด้านราบ จะมีประจุไฟฟ้าน้อย

ผิวด้านในรูปทรงกลมกลวง

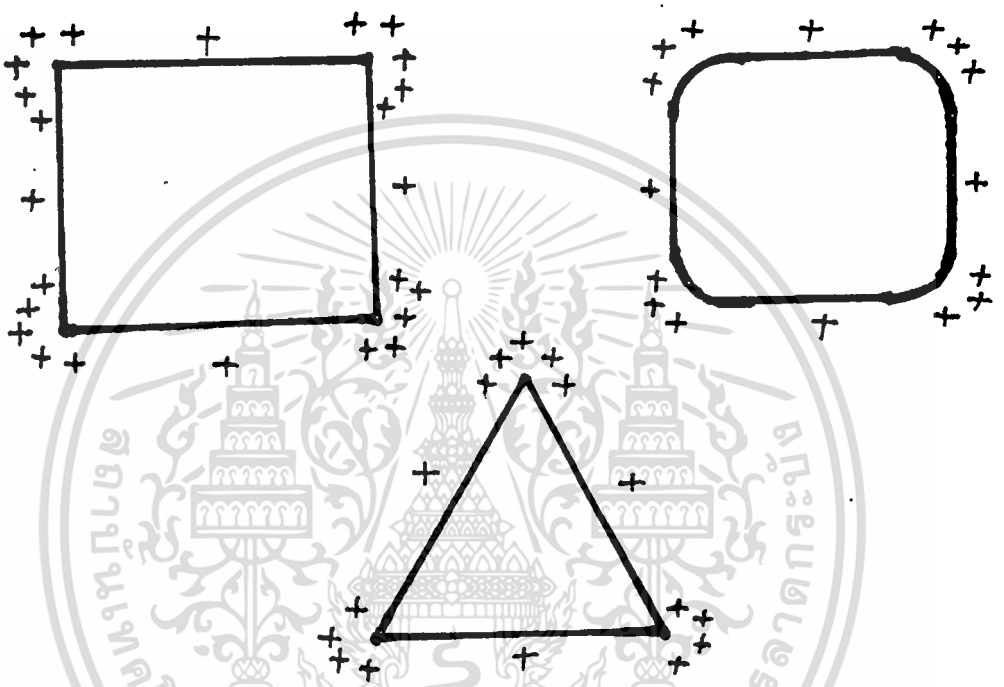
วัตถุตัวนำรูปทรงกลม ความต่างศักดาไฟฟ้าของวงกลมนับแต่ผิวนอกเข้าไปภายในจะมีค่าสม่ำเสมอเท่ากันทุกจุด และความต่างศักย์ระหว่างจุดคู่ใด ๆ บนผิว และภายในวงกลมจึงมีค่าเป็นศูนย์ เพราะ ทุก ๆ จุดมีค่าศักดาไฟฟ้าเท่า ๆ กัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การวิเคราะห์รูปทรงเหลี่ยม

วัตถุที่เป็นเหลี่ยม , แท่ง ประจุไฟฟ้าจะกระจายไปอยู่มุมมากที่สุด รองลงไปก็ตามริมสัน ส่วนบนพื้นผิวด้านราบจะมีประจุไฟฟ้ากระจ่างน้อยที่สุด



การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของโลหะตัวนำ

จากการศึกษา อุปกรณ์เดิมมีส่วนประกอบ 2 ส่วนดังนี้คือ

1. โลหะที่เป็นฝาด้านบน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 27 ซ.ม.
2. โลหะที่เป็นฝาส่วนล่าง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 27 ซ.ม.

วัสดุ จำพวกอลูมิเนียมขนาด 0.8 ม.ม.

กรรมวิธีการผลิต แบบขึ้นรูปด้วยวิธีปั๊ม

ข้อดี

1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 27 ซ.ม. ซึ่งมีขนาดใหญ่ สามารถเก็บสนามประจุไฟฟ้าได้ดีมาก ซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ถึง 5 กิโลโวลต์ หรือประมาณ 50,000โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2. วัสดุที่ใช้ทำโลหะตัวนำจำพวก อลูมิเนียม ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้า สามารถเก็บไฟฟ้าได้ดี

3. วัสดุหาง่ายราคาถูก

ข้อเสีย

1. เนื่องจากอุปกรณ์เดิมสามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้มาก ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อการทดลอง

2. โลหะตัวนำมีขนาดใหญ่ ไม่ปลอดภัยในการตั้ง ซึ่งอาจล้มและเสียหายได้ง่าย

3. การผลิตต้องใช้แม่แบบปั๊มถึง 2 แบบ เป็นการสิ้นเปลืองต้นทุนการผลิต

4. อุปกรณ์เดิมมีสัดส่วนที่ใหญ่ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของคนไทยหรือผู้ใช้

<u>สรุปผลการวิเคราะห์โลหะตัวนำทรงกลม</u>

1. ปรับปรุงลดขนาดสัดส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางโลหะทรงกลมให้น้อยลง โดยสามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้มากและคุณภาพใกล้เคียงกับของเดิม จากผลการทดลองและวิเคราะห์จากตารางที่เป็นมาตราสากล ในการที่สร้างโลหะทรงกลม จากหนังสือ MEASUREMENTS IN HIGH - VOLTAGE TEST ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโลหะทรงกลมที่เหมาะสมที่สุด คือ ใช้ SPHERE DIAMETER (CM.) 20 เซนติเมตร โดยใช้วิธีการคำนวณตามหลักวิชา ดังนี้คือ

- กำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโลหะทรงกลม 20 เซนติเมตร
- กำลังโวลต์ ที่เกิดขึ้นสูงสุด 700,000 โวลต์ (มาตรฐานจากหนังสือ)

วิธีการคำนวณ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโลหะทรงกลม 20 เซนติเมตร FLASMOVER VOLTAGES (50% VALUES IN IMPULSE TESTS) คือ ทำให้เป็นรัศมี 10 เซนติเมตร หรือ 4 นิ้ว

จากทฤษฎี กำลังโวลต์ที่เกิดขึ้นสูงสุด 700,000 x 4

ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสูงสุด 280,000

จากตารางของ FLASMOVER VOLTAGES เพื่อที่จะหา SPHERE GAP SPACING (CM.) โดยดูจากตาราง SPHERE GAP SPACING ระหว่าง 3.5-25 เซนติเมตร โดยพิจารณาในช่องที่มีค่า 280,000 โวลต์ หรือ 280 KV.(KILOVOLTS PEAK AT 20°C : 1013 MILLIBARS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ดังนั้น SPHERE GAP มีค่าได้มากที่สุดไม่น้อยกว่า 11–12 เซนติเมตร (จากการคำนวณดังกล่าวไม่รวมถึงการสูญเสียประจุไฟฟ้า)

กรณีจากการทดลองและการคำนวณ ในแต่ละครั้ง ผลการทดลองอาจคลาดเคลื่อน หรือเกิดการสูญเสียประจุไฟฟ้า ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นจากสภาพ ดังต่อไปนี้

1. สภาพของอุณหภูมิรอบตัว หรือ ความชื้นสัมพัทธ์
2. วัสดุและผิวของโลหะตัวนำทรงกลม
3. สายพานและรอก
4. ส่วนประกอบอื่น ๆ

จากการค้นคว้าทดสอบ และได้ข้อมูลที่เป็นมาตราฐาน ของการเกิดประจุไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดที่ถูกสร้างและทดลองไว้แล้ว จากหนังสือ หลักการว่า "เมื่อเกิดการสร้างสนามพลังงานไฟฟ้าขึ้นแล้ว ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสูงสุดได้มากกว่าถึง 85 % ของประจุไฟฟ้าที่เก็บได้ในโลหะรูปทรงกลมนั้น ส่วนที่สูญเสียไป หรือ ค่าปริมาณไฟฟ้าจะลดลงไปถึง 15 %" ทั้งนี้ถือเป็นสาเหตุเนื่องมาจากปัญหาดังกล่าว

ดังนั้นปริมาณประจุไฟฟ้าที่สามารถเก็บได้จากรูปทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์ 20 เซนติเมตร นี้จะมีค่าความต่างศักย์ที่เหลืออยู่ประมาณ 186,666 โวลต์ หรือมีปริมาณไฟฟ้า (18.6) 186 KV. ซึ่งจะอ่านค่า SPACING GAP ที่ 7 – 8 เซนติเมตร

2. การเลือกใช้วัสดุที่ใช้ทำเป็นโลหะทรงกลมกลวง ต้องมีคุณสมบัติตัวนำไฟฟ้าที่ดี หาง่าย และราคาถูกพอสมควร เช่น ทองแดง , อลูมิเนียม , สังกะสี , เหล็ก เป็นต้น

3. ลดขนาดสัดส่วนให้เล็กลง เพื่อจุดประสงค์ในการใช้งานที่เหมาะสมและปลอดภัยในการทดลองและการติดตั้งวางไม่ล้ม สะดวกในการใช้งาน

4. กรรมวิธีการผลิตใช้แม่แบบอันเดียว โดยการปั๊มเป็นรูปด้วยเครื่องวัดขึ้นรูป เพื่อลดและประหยัดขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนของโลหะทรงกลมกับระยะการเกิดประกายไฟฟ้าสถิต

Flashover Voltages (50% values in impulse tests) for Alternating Voltages, for Direct Voltages of Either Polarity, and for Full Negative Standard Impulses and Impulses with Longer Tails: One Sphere Earthed

Sphere-gap spacing, cm	Kilovolts peak at 20°C: 1013 millibars											
	Sphere diameter, cm											
	2	5	6·25	10	12·5	15	25	50	75	100	150	200
0·05	2·8											
0·10	4·7											
0·15	6·4											
0·20	8·0	8·0										
0·25	9·6	9·6										
0·30	11·2	11·2										
0·40	14·4	14·3	14·2									
0·50	17·4	17·4	17·2	16·8	16·8	16·8						
0·60	20·4	20·4	20·2	19·9	19·9	19·9						
0·70	23·2	23·4	23·2	23·0	23·0	23·0						
0·80	25·8	26·3	26·2	26·0	26·0	26·0						
0·90	28·3	29·2	29·1	28·9	28·9	28·9						
1·0	30·7	32·0	31·9	31·7	31·7	31·7	31·7					
1·2	(35·1)	37·6	37·5	37·4	37·4	37·4	37·4					
1·4	(38·5)	42·9	42·9	42·9	42·9	42·9	42·9					
1·5	(40·0)	45·5	45·5	45·5	45·5	45·5	45·5					
1·6		48·1	48·1	48·1	48·1	48·1	48·1					
1·8		51·0	51·5	51·5	51·5	51·5	51·5					
2·0		57·5	58·5	59·0	59·0	59·0	59·0	59·0	59·0			
2·2		61·5	63·0	64·5	64·5	64·5	64·5	64·5	64·5			
2·4		65·5	67·5	69·5	70·0	70·0	70·0	70·0	70·0			
2·6		(69·0)	72·0	74·5	75·0	75·5	75·5	75·5	75·5			
2·8		(72·5)	76·0	79·5	79·5	80·0	81·0	81·0	81·0			
3·0		(75·5)	79·5	84·0	85·0	85·5	86·0	86·0	86·0	86·0		
3·5		(82·5)	(87·5)	95·0	97·0	98·0	99·0	99·0	99·0	99·0		

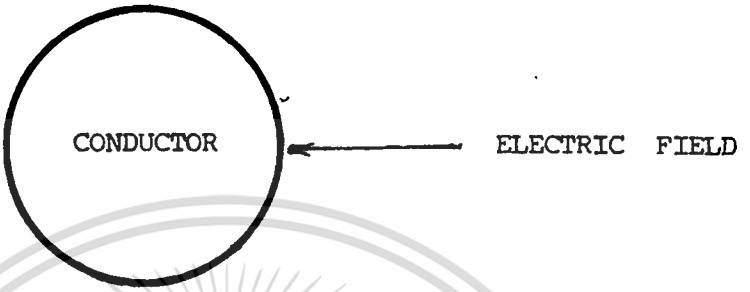
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนของโลหะทรงกลมกับระยะการเกิดประกายไฟฟ้าสถิต

Sphere-gap spacing, cm	Kilovolts peak at 20°C: 1013 millibars											
	Sphere diameter, cm											
	2	5	6·25	10	12·5	15	25	50	75	100	150	200
4·0		(88·5)	(95·0)	105	108	110	112	112	112	112		
4·5			(101)	115	119	122	125	125	125	125		
5·0			(107)	123	129	133	137	138	138	138	138	
5·5				(131)	138	143	149	151	151	151	151	
6·0				(138)	146	152	161	164	164	164	164	
6·5				(144)	(154)	161	173	177	177	177	177	
7·0				(150)	(161)	169	184	189	190	190	190	
7·5				(155)	(168)	177	195	202	203	203	203	
8·0					(174)	(185)	206	214	215	215	215	
9·0					(185)	(198)	226	239	240	241	241	
10					(195)	(209)	244	263	265	266	266	266
11						(219)	261	286	290	292	292	292
12						(229)	275	309	315	318	318	318
13							(289)	331	339	342	342	342
14							(302)	353	363	366	366	366
15							(314)	373	387	390	390	390
16							(326)	392	410	414	414	414
17							(337)	411	432	438	438	438
18							(347)	429	453	462	462	462
19							(357)	445	473	486	486	486
20							(366)	460	492	510	510	510
22								489	530	555	560	560
24								515	565	595	610	610
26								(540)	600	635	655	660
28								(565)	635	675	700	705

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สรุปการวิเคราะห์รูปทรงโลหะตัวนำไฟฟ้า



จากการศึกษาจากทฤษฎีหลักการของปัวซอง สรุปได้ว่าโลหะตัวนำรูปทรงกลมการเกิดประจุไฟฟ้า จะกระจายอยู่ทั่วผิวของรูปทรงกลมโดยสม่ำเสมอเท่า ๆ กันทุกส่วน โลหะตัวนำไฟฟ้า CONDUCTOR เมื่อสามารถทำให้เกิดประจุไฟฟ้าแก่วัตถุโลหะตัวนำ ดังนั้นประจุไฟฟ้าที่มีในวัตถุนั้นจะส่ง หรือแสดงอำนาจโดยรอบวัตถุนั้น ซึ่งเราเรียกว่า การมีสนามไฟฟ้า (ELECTRIC FIELD)

จากการศึกษาและวิเคราะห์ดังกล่าว รูปทรงโลหะตัวนำไฟฟ้าแบบรูปทรงกลมกลวงเหมาะสมและดีที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

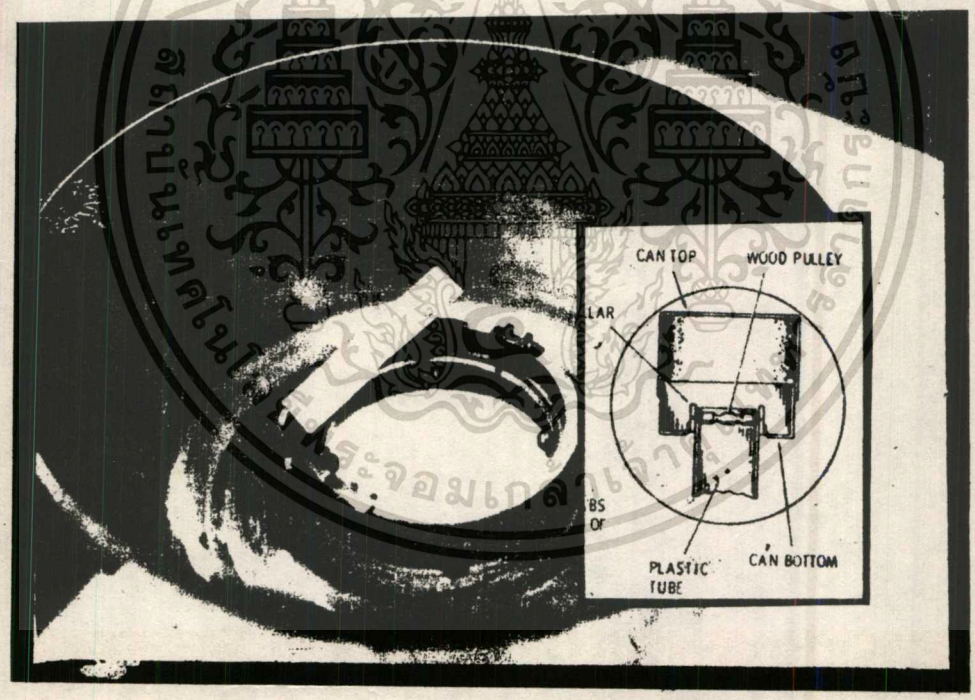
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2. ลูกรอก (PULLEY) ทำหน้าที่รองรับสายพานซึ่งหมุนได้คล่องรอบตัว ติดอยู่ภายในโลหะตัวนำกลางตัวหนึ่ง และอีกตัวหนึ่งจะติดอยู่กับมอเตอร์ เพื่อขับให้สายพาน นำประจุไฟฟ้าขึ้นและลงตามลำดับลูกรอกทั้ง 2 จะทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าต่างชนิดกัน ดังนี้คือ

2.1 ลูกรอกที่อยู่ในโลหะตัวนำทรงกลมกลวง จะเป็นวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าจำพวกไม้ (WOOD PULLEY)

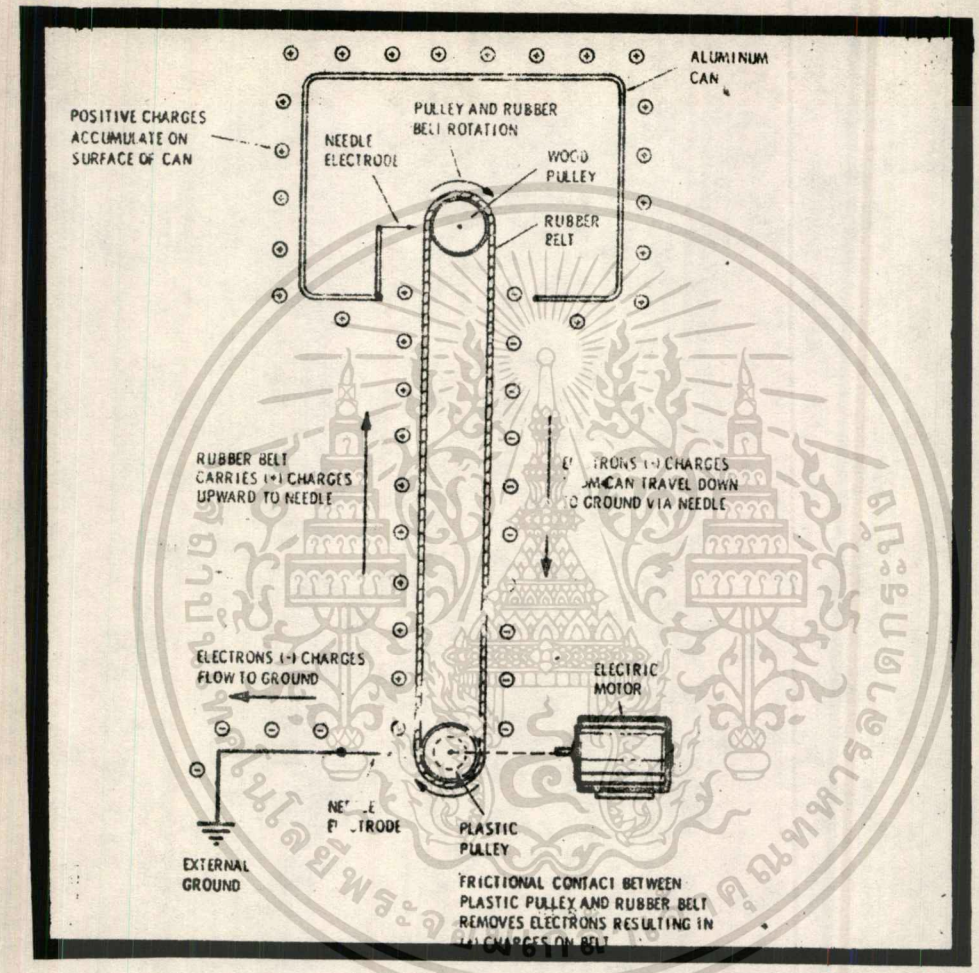
2.2 ลูกรอกที่ติดอยู่กับมอเตอร์ จะใช้วัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าจำพวกพลาสติก (PLASTIC PULLEY)

รูปภาพแสดงลักษณะส่วนประกอบภายในของฝาครอบทรงกลม



รูปที่ 29 ภาพแสดงลูกรอกที่อยู่ในฝาด้านล่างโลหะทรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 30 ภาพแสดงลูกรอกและลักษณะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การวิเคราะห์ลูกรอก

1. วัสดุที่ใช้ทำลูกรอก จากการที่ได้ศึกษาและวิจัยทราบว่า เมื่อนำวัตถุต่างชนิดที่เป็นคู่ที่เหมาะสมมาทำการถูหรือขัดสีกันแล้ว ย่อมจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าขึ้นบนผิวของวัตถุ แต่ละคู่นั้น กล่าวคือ เกิดมีไฟฟ้าสถิตขึ้นบนผิวของวัตถุ และประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนผิวของวัตถุคู่หนึ่งๆ จะเป็นประจุไฟฟ้าคนละชนิดเสมอ จึงได้มีการทำบัญชีของวัตถุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตโดยการขัดสีขึ้น โดยจัดเรียงตามลำดับของการขัดสี (FRICTIONAL ORDER) ดังนี้คือ

1. ขนสัตว์
2. ขนแกะหรือผ้าสักหลาด
3. ไม้
4. SHELLAC
5. ยางสน
6. ครั่ง
7. แก้วผิวเกลี้ยง
8. ผ้าฝ้ายหรือสำลี
9. กระดาษ
10. ผ้าแพรเลี่ยน
11. แก้วผิวขรุขระ
12. ผิวหนัง
13. โลหะต่าง ๆ
14. ยาง
15. อำพัน
16. ก่ามะถัน
17. EBONITE
18. ยาง GUTTA - PERCHA
19. ผ้าแพร AMALGAMATED
20. CELLULOID

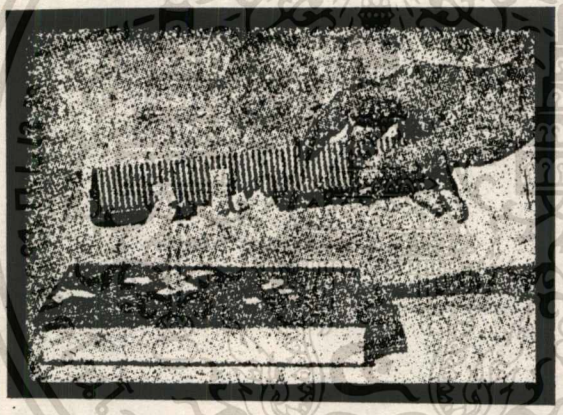
เมื่อนำวัตถุคู่หนึ่งๆ ดังปรากฏในบัญชีมาถูกัน วัตถุที่มีเลขประจำน้อยกว่า จะปรากฏมีประจุไฟฟ้าบวก ส่วนวัตถุที่มีเลขประจำมากกว่า จะปรากฏมีประจุไฟฟ้าลบ เช่น นำผ้าสัก- (หมายเลข 1) มาถูกับแก้วผิวเกลี้ยง (หมายเลข 7) แล้ว ผ้าสักหลาดจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าบวกเกิดขึ้นบนผิว ส่วนแก้วผิวเกลี้ยงจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าลบเกิดขึ้นบนผิว แต่ถ้านำแก้วผิวเกลี้ยงไปถูกับผ้าแพรเลี่ยนแล้ว แก้วผิวเกลี้ยงจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าบวกเกิดขึ้นบนผิว ส่วนผ้าแพรเลี่ยนจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าลบเกิดขึ้นบนผิว

การทำให้เกิดประจุไฟฟ้าโดยการขัดสี

ปรากฏเป็นความจริงว่า เมื่อเรานำวัตถุต่างชนิดกันที่เหมาะสมมาขัดสี (ถู) กันแล้ว วัตถุทั้งสองนั้นต่างจะมีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นบนผิวของวัตถุที่นำมาถูกันนั้น และวัตถุทั้งสองต่างจะ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

แสดงอำนาจไฟฟ้าและดูของเบา ๆ ได้ ในวันที่มีอากาศแห้ง ๆ ทดลองถูหวีพลาสติกด้วยผ้าแพร อย่างแรง ๆ หลาย ๆ ครั้ง แล้วนำหวีที่ถูแล้วเช่นนี้ ไปล่อใกล้ชิ้นกระดาษชิ้นเล็ก ๆ จะเห็นชิ้นกระดาษถูกดูดเข้าหาหวี แสดงให้เห็นชัดเจนว่า ขณะนี้หวีมีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น และแสดงอำนาจไฟฟ้าออกมาได้จากผลการทดลอง เราทราบว่า ประจุไฟฟ้าที่ปรากฏเกิดขึ้นบนหวีและบนแพรที่นำมาถูกันนั้น เป็นประจุไฟฟ้าคนละชนิด สำหรับวัตถุต่างชนิดคู่อื่น ๆ ที่เหมาะสม ก็ให้ผลเป็นเช่นเดียวกัน



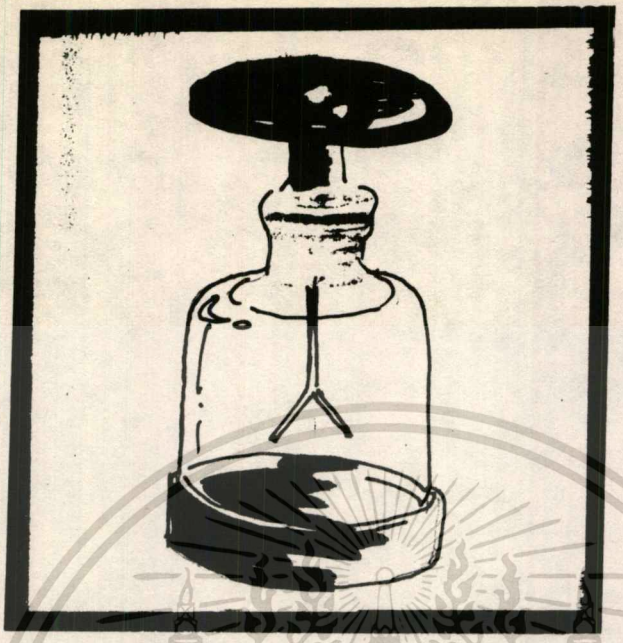
รูปที่ 31 การเกิดประจุไฟฟ้าโดยการขัดสี

<u>ชนิดของประจุไฟฟ้าและแรงกระทำที่เกิดขึ้นระหว่างประจุไฟฟ้า</u>

การทดลองโดยการใช้วัสดุที่จะนำมาใช้ทำลูกรอก ได้แก่ ไม้และ พลาสติก นำมาถูด้วยผ้าสักหลาด ชนิดเดียวกัน โดยการใช้เครื่องมือตรวจสอบการใช้ลูกพิธตรวจสอบประจุนั้น กระทำได้โดยการนไม้ หรือ พลาสติก เข้าใกล้ลูกพิธที่แขวนไว้ วัตถุนั้นจะดูดลูกพิธให้เบนเข้ามาหาซึ่งแสดงว่า วัตถุนั้นมีประจุ

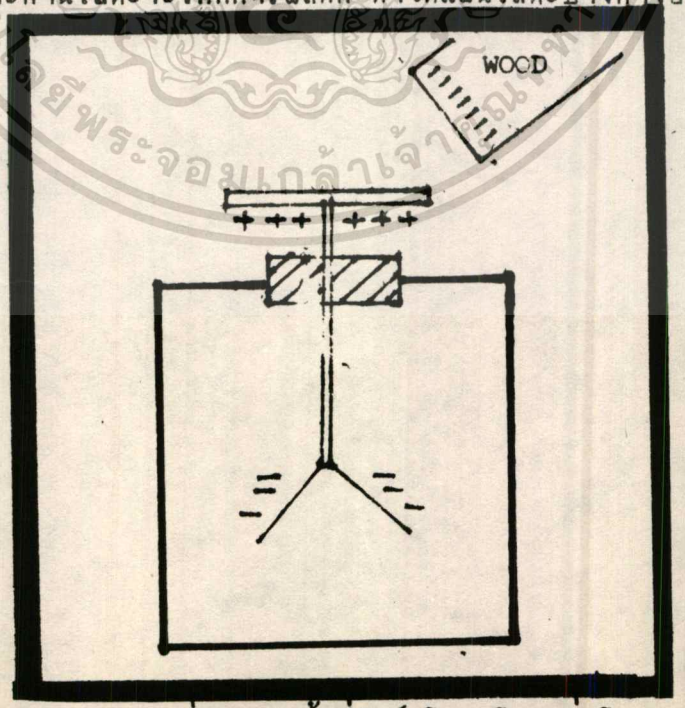
นอกจากลูกพิธแล้วยังมีเครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ตรวจประจะไฟฟ้าคือ อิเล็ก—โตรสโคป แผ่นโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 32 อิเลคโตรสโคปแผ่นโลหะ

เมื่อนำวัตถุที่เป็นไม้ ซึ่งมีประจุลบเข้ามาใกล้ อิเลคโตรสโคปแผ่นโลหะนั้นอิเล็กตรอนอิสระจะถูกผลักจากจานให้ลงมาอยู่บริเวณก้านโลหะ และแผ่นโลหะ บางด้านล่า ดังนั้น ประจุลบบนแผ่นโลหะบางและก้านโลหะจะเกิดการผลักกัน ทำให้แผ่นโลหะบางกางออก

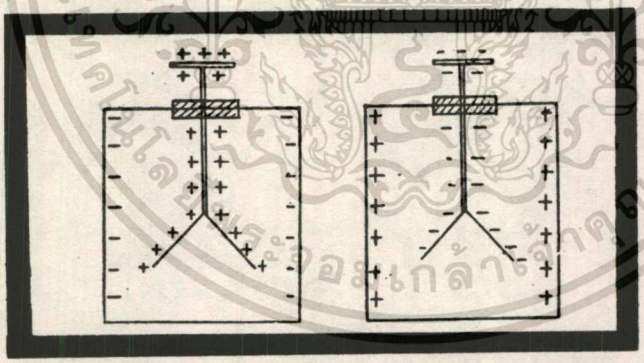


รูปที่ 33 การเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ผลการทดลอง เมื่อสังเกตเห็นว่า โลหะบางกางออก ก็เนื่องมาจากแรงที่เกิดขึ้นระหว่างประจุ ในการทดลองนี้ เราให้ประจุอิสระบวกแกจานโลหะ จึงทำให้แผ่นโลหะบางกางออก โดยทั้ง 2 ต่างก็มีประจุอิสระบวกไปด้วย แรงกระทำระหว่างประจุไฟฟ้า ชนิดเดียวกันย่อมมีการผลักกัน โดยนัยนี้ประจุไฟฟ้าอิสระบวกบนแผ่นโลหะบางและก้านโลหะ เกิดการผลักกันผลให้ แผ่นโลหะกางอ้าออก ดังนั้นจากผลการทดลอง แสดงว่า ไม้มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

จากผลการทดลอง ในการนำไม้ที่มีประจุลบเข้าไปใกล้อิเลคโตรสโคป เมื่อมีการทดลองต่อไปโดยใช้พลาสติก ซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวกแทนแผ่นไม้ ผลจะเป็นไปในทำนองเดียวกันคือ การทอลองโดยการนำแผ่นพลาสติก ที่มีประจะเข้าไปใกล้จานโลหะของอิเล็กโตรสโคป แผ่นโลหะบางจะหุบเข้า โดยไม่ใช้นิ้วหรือสายไฟแตะจานโลหะ แผ่นโลหะบางจะหุบเข้ามา แสดงว่าแผ่นโลหะบางและก้านโลหะเป็นกลาง แต่เมื่อใช้นิ้วหรือสายไฟแตะจานโลหะ หลังจากยกนิ้วหรือนำสายไฟออกแล้ว จึงค่อยดึงแผ่นพลาสติกออกห่าง จะปรกฏว่าแผ่นโลฟะบางจะกางออก ผลการทดลองแสดงว่า แผ่นโลฟะบางและก้านโลหะมีประจุ การทำให้วัตถุมีประจุโดยวิธีดังกล่าว



รูปที่ 34 การเหนี่ยวนำไฟฟ้า

ในกรณีที่ก้านโลหะและแผ่นโลหะบางมีประจุลบ เมื่อต่อสายดิบหรือร่างกาย ประจุบนก้านโลหะและแผ่นโลหะบาง จะเคลื่อนที่ไปยังร่างกายหรือพื้นดิน เพราะร่างกายหรือพื้นดินเป็นตัวนำขนาดใหญ่ และประจุไฟฟ้าจะกระจายกันอยู่ทั่วทุก ๆ ส่วนของตัวนำ ดังนั้นผลการทอลองแสดงว่า พลาสติกมีประจุไฟฟ้าบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สรุปการวิเคราห์วัสดุที่ใช้ทำลูกรอก ซึ่งจากการทดลองวัสดุที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ ไม้ และพลาสติก เพราะวัสดุคู่นี้กล่าวคือเป็นวัตถุต่างชนิดที่เป็นคู่ที่เหมาะสมกัน นำมาถูกรือขัดสีกันแล้ว หรือประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้น บนผิวของวัสดุคู่นี้ จะเป็นประจุไฟฟ้าคนละชนิดเสมอ

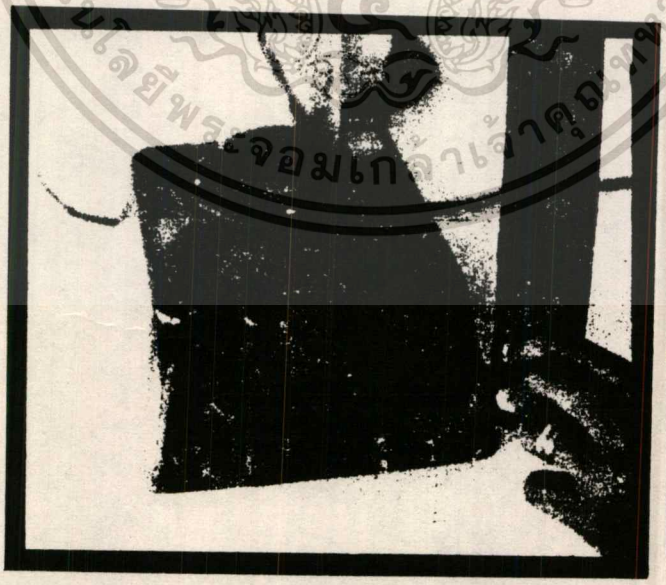
3. สายพานยาง (RUBBER BELT) ทำหน้าที่รับประจุไฟฟ้าบวกอิสระโดยการสัมผัสกับโลหะปลายแหลม เพื่อที่จะนำประจุไฟฟ้าขึ้นไปข้างในโลหะตัวนำทรงกลมกลวง สายพานจะทำด้วยฉนวนไฟฟ้า เช่น จำพวกยาง

<u>การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำสายพาน</u>

จากการที่ได้ศึกษาและวิจัยทราบว่า ฉนวนไฟฟ้า (INSULATOR) หมายถึง วัตถุที่ไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปได้สะดวก หรือไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปได้ เช่น กระเบื้องเคลือบ , ยาง , ไหม , , กัมมะถันเป็นต้น

วัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า สามารถเรียงลำดับ การเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีได้ดังนี้

1. น้ำบริสุทธิ์	2. น้ำมันต่าง ๆ	3. กระเบื้องเคลือบ
4. ขนสัตว์	5. ไหม	6. กัมมะถัน
7. ยาง	8. ครั่ง	9. อีโปไนต์
10. เทียนไข	11. แก้ว	12. อากาศแห้ง



รูปที่ 35 รูปภาพแสดงลักษณะของสายพานยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำสายพาน

คุณสมบัติ	ชนสัตว์	ผ้าไหม	ยาง
ฉนวนไฟฟ้า	4	3	2
ความเหนียว	3	2	4
ความทนทาน	3	2	4
น้ำหนักเบา	3	3	3
ทนต่อสารเคมี	2	3	4
มีความยืดหยุ่น	3	2	4
วัสดุหาง่าย	2	3	3
การผลิตง่าย	4	3	3
ราคาถูก	1	2	3
รวม	22	23	30

4 ดีมาก

3 ดี

2 พอใช้

1 เลว

จากการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำสายพานที่เหมาะสมที่สุดคือ ยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4. มอเตอร์ (MOTOR) ทำหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โดยเฉพาะกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มอเตอร์เป็นส่วนสำคัญมากที่ใช้ไปขับสายพานให้เคลื่อนที่ นำประจุไฟฟ้าซึ่งไปและเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าลงมา เมื่อมีการทำงานเคลื่อนที่ในลักษณะเช่นนี้เอง จึงเป็นการเพิ่มประจุไฟฟ้า เพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้าขนาดสูง พอที่จะทำให้เกิดการจ่ายประจุไฟฟ้าผ่านอากาศได้ กล่าวคือ ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าสถิตเกิดขึ้น

การเลือกใช้มอเตอร์

สิ่งสำคัญที่จำเป็นต้องคำนึงถึงในการเลือกมอเตอร์ไปใช้กับเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าสถิต โดยมีหลักการพิจารณาดังนี้คือ

1. สถานที่หรือพื้นที่ จะติดตั้งมอเตอร์ว่ามีอุณหภูมิสูง–ต่ำ หรือมีฝุ่น ความชื้น เป็นต้น
2. แรงบิดหรือ แรงบับเริ่มต้นที่ต้องการ (STARTING TORGUE)
3. ปริมาณกระแสไฟฟ้าเริ่มต้น (STARTING CURRENT)
4. มอเตอร์ที่หมุนความเร็วเดียวหรือหลายความเร็ว
5. ประสิทธิภาพ และ เพาเวอร์แฟคเตอร์ (POWER FACTOR) ซึ่งไม่ค่อยจำเป็น มากสำหรับมอเตอร์ขนาดเล็ก หรือใช้กับงานขนาดเล็ก

การจำแนกมอเตอร์

มอเตอร์ สามารถจำแนกลักษณะความมิดชิดหรือ การทำงานได้ 4 ชนิด คือ

1. แบบเปิด ออกแบบมาเพื่อให้อากาศสามารถหมุนเวียนระบายความร้อนได้สามารถเมื่อมีการทำงานต่อเนื่อง ที่ไม่ค่อยมีฝุ่น ความชื้นมากนัก และมีพื้นที่ว่างมากพอให้อากาศสามารถถ่ายเทได้สะดวกหรือหมุนเวียนได้สะดวก ควรใช้มอเตอร์ชนิดนี้ซึ่งได้แก่ มอเตอร์แบบซีรีส (แบบใช้แปรงถ่าน)

2. แบบปิดมิดชิด เนื่องจากการถ่ายเทอากาศไม่มีหรืออาจจะมีน้อย ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้สามารถทนความร้อน และการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยใช้อุณหภูมิภายในไม่เกิน 40° มอเตอร์แบบนี้ความร้อนส่วนใหญ่ จะระบายออกทางเสื้อมอเตอร์ สามารถใช้ได้ดีกับงานที่มีฝุ่นละออง และความชื้นค่อนข้างมาก ได้แก่ มอเตอร์แบบอินดักชั่น , มอเตอร์แบบซินโครนัส เป็นต้น

3. แบบกันน้ำ ออกแบบให้สามารถทำงานในภาวะเปียกชื้นได้ดี

4. แบบป้องกันการระเบิด ออกแบบมาให้เหมาะสมกับงานที่ปริมาณโดยรอบมีสาร

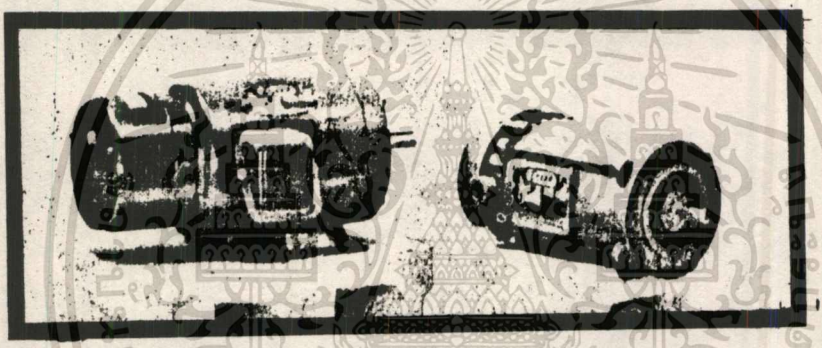
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การแบ่งชนิดของมอเตอร์

การแบ่งชนิดของมอเตอร์ ที่จะนำมาใช้กับเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้า สามารถแบ่ง ออก เป็น 3 ชนิด ดังนี้คือ

1. มอเตอร์แบบซีรีส์ (แบบใช้แปรงถ่าน , แบตเตอร์รี่)
2. มอเตอร์แบบอินดักชั่น (แบบใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์)
3. มอเตอร์แบบซิโครนัส (แบบใช้ไฟฟ้า 380 โวลต์)

ตัวอย่างของมอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต



รูปที่ 35 มอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบคุณภาพของมอเตอร์

คุณภาพ	ซีรีส์มอเตอร์	อินดักชั่นมอเตอร์	ซิโครนัสมอเตอร์
แรงบิดเริ่มต้น	70–80%	125%–275%	225–275%
ปริมาณเพสของไฟฟ้า	10°–15°	30°	90°
ขนาดของกำลังม้า	ต่ำกว่า แรงม้า	แรงม้าขึ้นไป	– แรงม้า
แหล่งจ่ายไฟ	4–12 โวลต์	220 โวลต์	380 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 8 การเลือกใช้มอเตอร์กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต

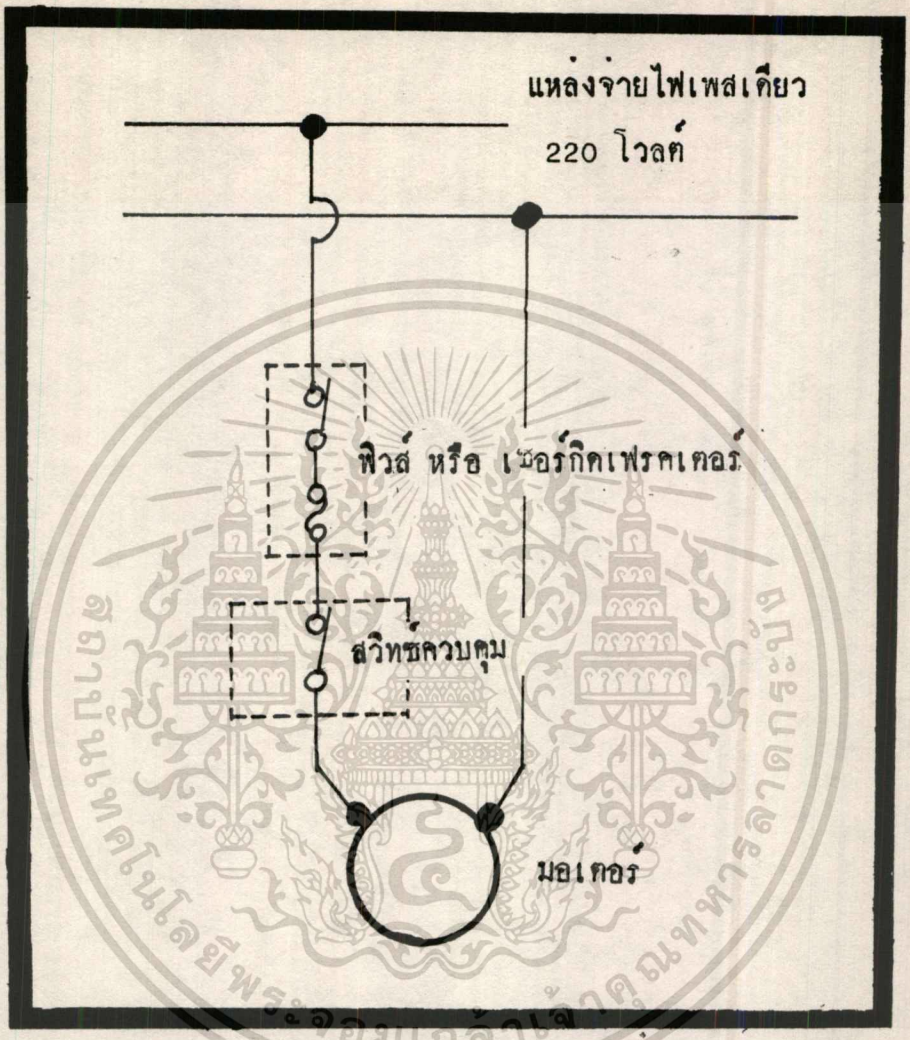
คุณสมบัติ	ซีรีสมอเตอร์	อินดักชั่นมอเตอร์	ซิโครนั่สมอเตอร์
แรงบิดเริ่มต้น	2	3	4
ปริมาณเพสของกระแสไฟ	1	2	3
ขนาดกำลังแรงม้า	1	3	2
ทำงานตลอดเวลา	1	3	4
หมุนได้หลายความเร็ว	1	4	4
ประสิทธิภาพและเพา เวอร์แฟคเตอร์ราคา	4	4	1
รวม	11	23	22

4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 เลว

จากการวิเคราะห์การเลือกใช้มอเตอร์ ที่ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต ซึ่งเหมาะสมที่สุดคือ มอเตอร์แบบ ซีรีสมอเตอร์ 220 โวลต์ แบบเพสเดียว โดยตรงมีสิทธ์ และฟิวส์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่36 การวิเคราะห์ วงจรระหว่างมอเตอร์และ แหล่งจ่ายไฟ

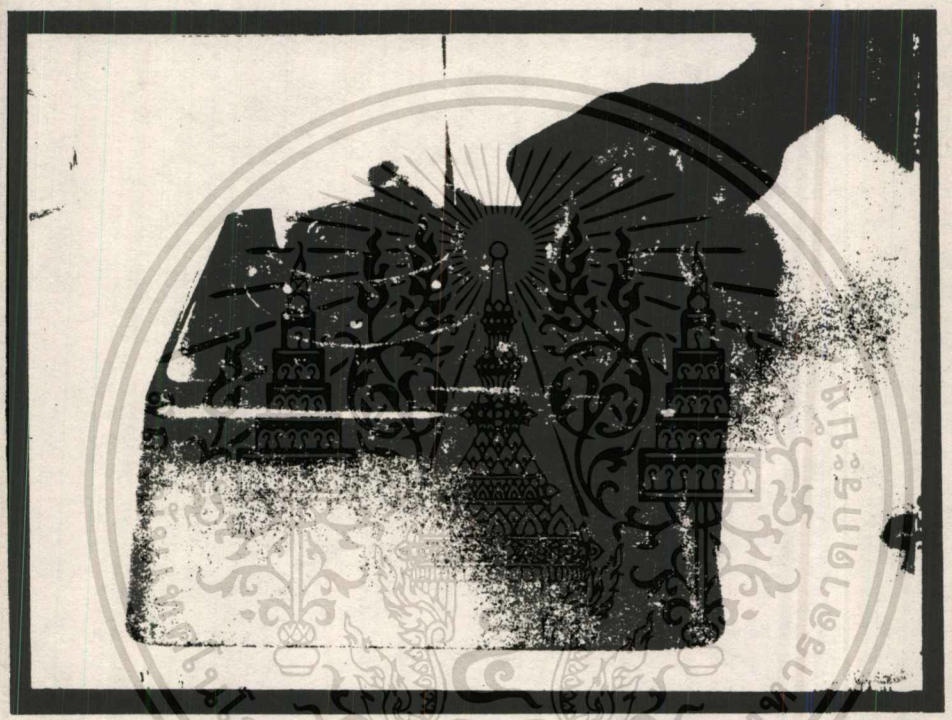


อุปกรณ์ในการสตาร์มอเตอร์ กำหรับเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าสถิต จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็ก (เป็นเศษส่วนของแรงม้า ที่ไม่จำเป็นต้องมากนักประมาณ 3 – 9 วัตต์) มักจะประกอบด้วย สวิทช์ต่อโดยตรงกับสายไฟที่ต่อจาก แหล่งจ่ายไฟโดยตรง หรืออาจมีเทอร์โมสตัท หรืออุปกรณ์ควบคุมความดันต่ำหรือสูง เพื่อเพิ่มเข้าไปในวงจรระหว่างมอเตอร์ กับแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5. สวิทช์ควบคุม

เครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าสถิต ส่วนมากจะมีสวิทช์ ปิด–เปิด ให้เครื่องทำงาน ซึ่งลักษณะตำแหน่งของสวิทช์ จะอยู่ตรงกลางของกล่องฐานส่วนล่าง เพื่อคอยบังคับ , ควบคุมการปิด–เปิด เครื่อง



รูปที่ 37 ภาพแสดงสวิทช์และลักษณะการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การวิเคราะห์สวิทช์ควบคุม

หลักการที่สำคัญ ในการจัดวางตำแหน่งของสวิทช์ หรือปุ่มควบคุที่เหมาะสม ผู้ใช้สามารถที่ได้สะดวกสบาย มีหลักการพิจารณาดังนี้คือ

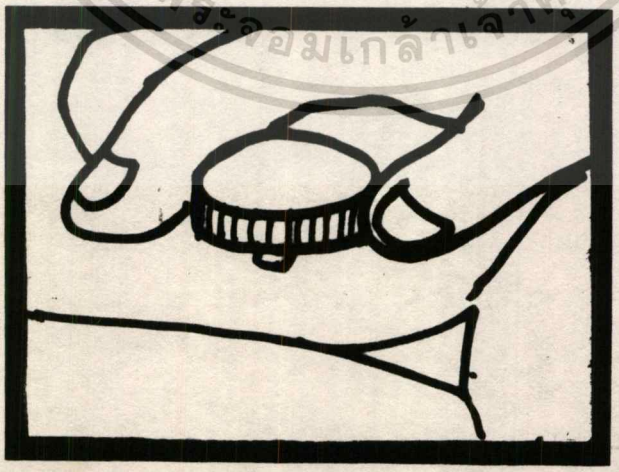
1. ต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่อง หรืออุปกรณ์ที่ใช้ด้วยอย่างเหมาะสมและถูกต้อง

2. ในการออกแบบขนาด ช่องว่างระหว่าง ปุ่มควบคุและตำแหน่งที่จะติดตั้ง จะต้องคำนึงถึงส่วนสูงของผูปฏิบัติงาน โดยเฉลี่ยแล้ว จะได้ปฏิบัติงานได้สะดวกคล่องแคล่ว ไม่ควรยึดถือระยะตามตัวตามสัดส่วนฝรั่ง เพราะคนของเขาสูงกว่าคนไทย

3. การจัดวางปุ่มต่าง ๆ ให้รวบรวมกันอยู่ในที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมได้ถนัดมือที่สุด และในลักษณะการมองเห็นหรือมุมมองที่ถนัดและชัดเจน สะดวกสบายในการทำงาน

4. การจัดตำแหน่งของปุ่มต่าง ๆ ให้อยู่ในที่เหมาะสมให้ผู้ปฏิบัติงานการทอลองสามารถแยกออกได้ง่าย ๆ ว่าปุ่มไหนเป็นปุ่มสำหรับเดินเครื่อง ปุ่มไหนเป็นปุ่มให้เครื่องหยุดทำงาน

5. สวิทช์เลือกแบบปรับหรือหมุน ที่ใช้ปรับความเร็วของเครื่องถ้ามีเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 4 นิ้ว ก็จะสร้างความลำบากในการหมุนปรับ การแก้ปัญหา ทางที่ดีควรปรับปรุงโดยการใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2" เป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

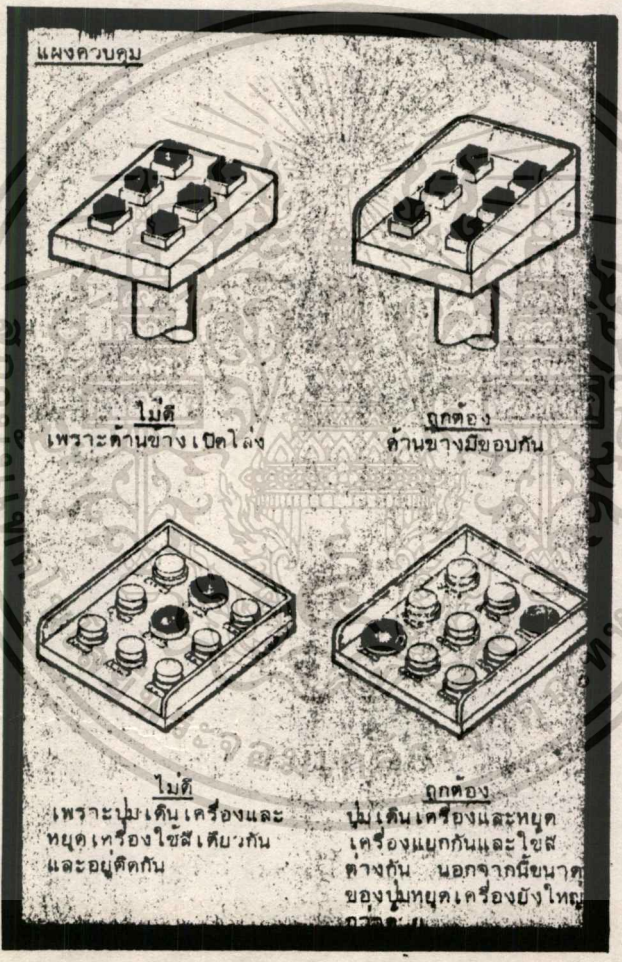
6. สวิทซแบบเลื่อน ที่ใช้ปรับความเร็ว ความปกติเรืองกำเนิดไฟฟ้าจะสามารถทำให้เร่งความเร็วของมอเตอร์ได้ ในการจัดวางตำแหน่งที่เหมาะสม ผู้ปฏิบัติงานไม่ว่าใหม่หรือเก่า จะไม่หลงลือ คือสามารถควบคุมสวิทซ์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในการทดลองลักษณะเลื่อนจะใช้งานได้ผลดีกว่า และสะดวกสบายมากกว่าสวิทซ์แบบหมุนหรือปรับ

รูปที่39 ภาพแสดงลักษณะการใช้สวิทซ์แบบเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

7. สวิทช์หรือปุ่มปรับสำหรับเดินเครื่อง และปุ่มสำหรับหยุดเครื่อง ควรวางตำแหน่งที่เหมาะสม ในกรณีที่มีแผงควบคุมสวิทช์แยกออกจากกัน ซึ่งอยู่ในแผงเดียวกัน ควรพยายามแยกให้อยู่ห่างกัน หรือใช้สีต่างกัน นอกจากนั้นขนาดของปุ่มหยุดหรือเดินเครื่อง ควรใหญ่กว่าด้วย

สวิทช์หรือปุ่มควบคุมขนาดเล็ก ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางราว $\frac{1}{4}$ นิ้ว สามารถจะกดได้ด้วยนิ้วเพียงนิ้วเดียว แตะเพียงเบา ๆ เท่านั้น ปุ่มขนาดนี้จะสะดวกในการทำงานมาก



รูปที่ 40 ภาพแสดงลักษณะการใช้นิ้วกดสวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตัวอย่างสวิทช์และปุ่มหรับต่างที่ใช้ควบคุม

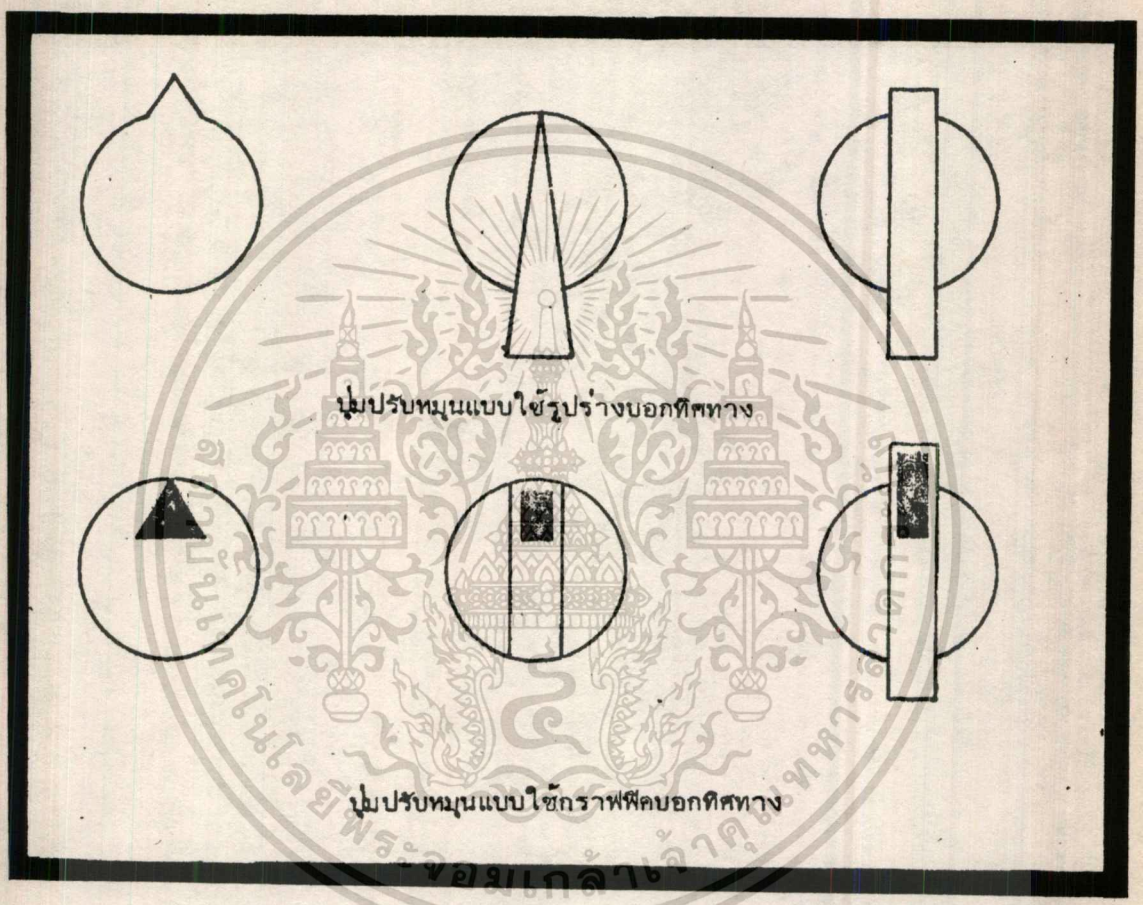
รูปที่ 41 สวิทช์และปุ่มปรับต่างๆ ที่ใช้ควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สรุปการวิเคราะห์สวิทช์ควบคุม

1. สวิทช์ที่ใช้ปรับความเร็วของมอเตอร์ ที่เหมาะสมที่สุดคือ แบบเลื่อน
2. สวิทช์หรือปุ่มปรับสำหรับ เดินเครื่องหรือหยุดเครื่อง ที่เหมาะสมที่สุดคือ แบบใช้นิ้วกด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์สวิทช์ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต

ระบบสวิทช์หรือ ปุ่มปรับที่นำมาวิเคราะห์

1. แบบเลื่อน
2. แบบหมุน
3. แบบกด

คุณสมบัติ/ลักษณะ	แบบเลื่อน	แบบหมุน	แบบกด
สะดวกในการใช้งาน	3	2	4
มีระบบล็อค	2	2	4
ระบบปิด–เปิด	3	1	3
การเร่งปรับความเร็ว	4	3	1
รวม	12	8	12

จากการวิเคราะห์โดยการเลือกใช้ ระบบสวิทช์แบบเลื่อน มาเพื่อใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต ได้อย่างเหมาะสม และสะดวกสบายในการใช้งาน

สรุปการวิเคราะห์สวิทช์ที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงาน สามารแยกได้ 2 ลักษณะคือ

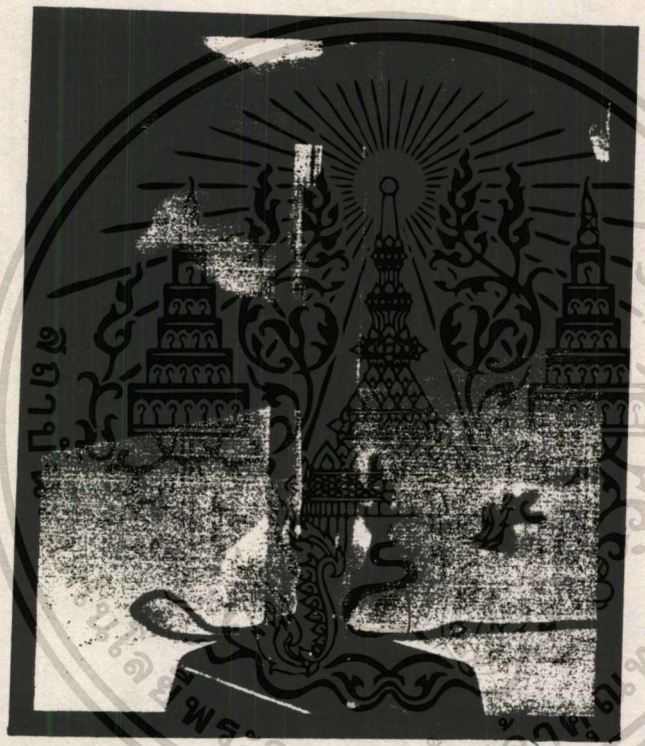
1. สวิทช์ที่ใช้สำหรับปิด–เปิด เครื่อง ที่เหมาะสมและสะดวกสบายในการใช้งานที่สุด คือ สวิทช์แบบกด ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางราว $1\frac{1}{4}$ นิ้ว วัสดุที่ใช้การผลิตจำพวก–พลาสติก (ต้องเป็นฉนวนไฟฟ้าด้วย)

2. สวิทช์ที่ใช้สำหรับปรับความเร็วของมอเตอร์ ที่เหมาะสมและสะดวกสะบายต่อการปฏิบัติการทดลองมากที่สุด คือ สวิทช์แบบเลื่อน วัสดุที่ใช้ในการผลิต จำพวกพลาสติก สามารถแบบความเร็วของมอเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

6. หลอดพลาสติกใส

หลอดพลาสติกใส ที่ใช้กับเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าจะมีลักษณะผิวใส และกลวงข้างใน ในการทดลองจะสามารถสังเกตลักษณะการทำงาน ของสายพานเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ชัดเจน และจุดประสงค์ทางไฟฟ้า ก็ทำหน้าที่เป็นฉนวนไฟฟ้าหรือ ไดอิเลคตริก DIELECTRIC คือมีคุณสมบัติ ที่วางกั้นไม่ให้บรรจุไฟฟ้าผ่าน



รูปที่ 42 แสดงลักษณะของหลอดพลาสติกใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ขนาดสัดส่วนอุปกรณ์เดิม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 ซ.ม สูง 17 ซ.ม หนา 2 มม.

วัสดุ ใช้พลาสติกประเภท อาคริลิก ชนิดแบบท่อใส

กรรมวิธีการผลิต โดยใช้ระบบ

ข้อดี

1. สามารถมองเห็นลักษณะการทำงานของสายพานได้ชัดเจน
2. วัสดุเป็นพลาสติกโปร่งใสสามารถมองเห็นได้โดยรอบ
3. วัสดุและกรรมวิธีการผลิตหาง่ายราคาถูก

ข้อเสีย

1. ขนาดสัดส่วนสูงเกินความจำเป็น ควรตัดทอนออก เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของคนไทย
2. การถอดประกอบทำความสะอาดภายในได้ลำบากเมื่อเกิดเศษฝุ่นละอองติดอยู่ทำให้ไม่สามารถมองเห็นชัดเจน

ตารางที่ 10การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุ

คุณสมบัติ	อาคริลิค	โพลีเอทีลีน	ไวนีล	เซลลูโลซิค
การนำไปใช้งานได้ทันที	4	3	2	3
การรับน้ำหนัก	4	3	2	3
การยืดหดตัว	4	3	3	2
ความทนทาน	3	2	2	3
การประกอบ	4	3	3	3
การตกแต่ง	4	3	2	2
กรรมวิธีการผลิต	4	3	3	2
ราคา	4	3	3	3
ฉนวนไฟฟ้า	4	4	4	4

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์ เป็นที่นิยมมากในระบบอุตสาหกรรมปัจจุบันจากการวิเคราะห์วัสดุที่เป็นพลาสติกที่เหมาะสมที่สุด คือ อาคริลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สรุปผลการวิเคราะห์หลอดพลาสติกใส

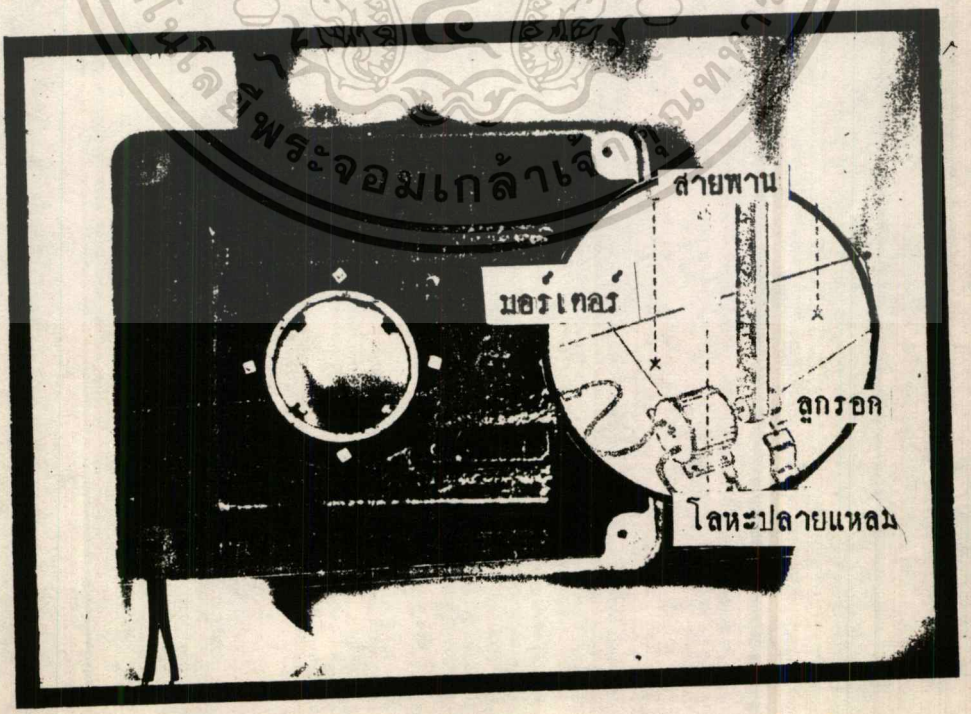
1. ลดขนาดสัดส่วนให้เล็กลง เพื่อสะดวกสบายในการใช้งานได้เหมาะสมกับสัดส่วนคนไทย
2. ปรับปรุงลักษณะการถอดประกอบให้ง่ายขึ้นหรือลดการประกอบให้น้อยลง
3. คุณสมบัติต้องมีผิวกลมหรือเรียบและโปร่งใส เพื่อจุดประสงค์ตามหลักวิชาการทางฟิสิกส์
4. ลดขนาดสัดส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางให้เล็กลง เพื่อเพิ่มเกิดการประจุให้มากขึ้น หรือลดการสูญเสียของปริมาณประจุให้น้อยลง
5. กรณีที่มีการลดสัดส่วนความสูงของหลอดพลาสติกใสนั้น ตามหลักการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต จากหนังสือ

กำหนดให้ความสูงของหลอดพลาสติกจะสูงอย่างน้อยประมาณ 2เท่า ของรัศมี โลหะทรงกลม ตามหลักการดังกล่าว

3. กล่องฐานส่วนล่าง ทำหน้าที่รองรับโลหะตัวนำทรงกลมกลวงและหลอดพลาสติกใส ภายในกล่องมีส่วนประกอบดังนี้ คือ

3.1 มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 220 โวลต์

3.2 โลหะปลายแหลม ทำด้วยโลหะที่เป็นตัวนำไฟฟ้าปลายแหลมของโลหะนี้จะจ่ออยู่ใกล้สายพาน ทางด้านเคลื่อนที่นำประจุไฟฟ้าขึ้นไปและติดอยู่กับขั้วบวกของตัวจ่ายประจุไฟฟ้า



รูปที่ 43 แสดงส่วนประกอบภายในของกล่องฐานส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

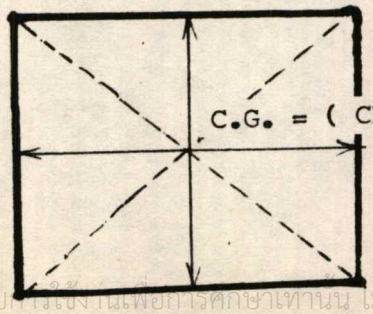
รูปที่ 44 แสดงลักษณะหลอดพลาสติกใสและกล่องฐานบรรจุ

4.4 การวิเคราะห์รูปทรงของกล่องฐานส่วนล่าง

โดยมีหลักการพิจารณารูปทรงของฐานดังนี้ คือ

1. ลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยม
2. ลักษณะรูปทรงวงกลม
3. ลักษณะรูปทรงสามเหลี่ยม

ลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยม



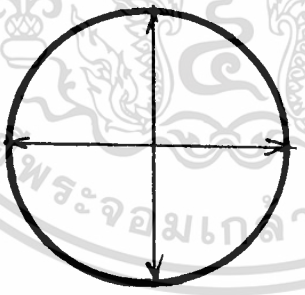
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย	1. แง่มุมซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตราย
2. มีความสมดุลย์โดยรอบตัว	
3. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดวาง	
4. กรรมวิธีผลิตง่ายและรวดเร็ว	

สรุปการวิเคราะห์ลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยม

1. ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย เพราะมีจุดศูนย์ถ่วง ซึ่งอยู่ห่างจากเส้นรอบรูปเท่า ๆ กัน ฉะนั้นจึง ไม่มีการล้มง่าย หรือจุดอ่อน
2. ประหยัดเพื่อที่ในการจัดวาง
3. กรรมวิธีผลิตง่ายและรวดเร็ว

2. ลักษณะรูปทรงกลม



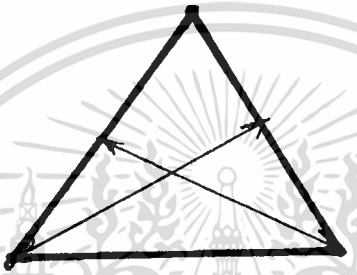
ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีความสมดุลย์รอบตัว	1. การบังคับความสูง ในการผลิตนั้นทำได้ยาก
2. ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย	2. รับแรงอัดกระแทกได้ดีกว่า
3. สะดวกสบายในการใช้สอยพอควร	3. การจัดวางต่อเนื่องมีน้อย
4. ปลอดภัยในการใช้งาน	4. เสีย SPACE ในการจัด GROUPING เนื่องจากจุดสมควรจุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สรุปการวิเคราะห์ลักษณะรูปทรงวงกลม

1. มีความสมดุลย์รอบตัว ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย
2. สะดวกในการใช้สอยพอสมควร
3. ไม่มีแง่มุมที่ทำให้เกิดอันตราย

3. ลักษณะรูปทรงสามเหลี่ยม



ข้อดี

1. การขนส่งหรือจัดวางใช้วิธีเรียงสลับกันกับสามารถประหยัดเนื้อที่ได้
2. สะดวกในการใช้สอยพอสมควร

ข้อเสีย

1. ไม่สะดวกสบายในการใช้สอย
2. พื้น ที่ในการใช้งานน้อย
3. เกิดแง่มุมมากมาย
4. กรรมวิธีการผลิตยุ่งยาก
5. จุดสัมผัส 3 จุด ทำให้ล้มง่าย

สรุปการวิเคราะห์ลักษณะรูปทรงสามเหลี่ยม

1. การขนส่งหรือจัดวางใช้วิธีเรียงสลับกันสามารถประหยัดเนื้อที่ได้
2. กรรมวิธีการผลิตยุ่งยากและเสียเศษวัสดุ
3. สะดวกในการใช้สอยพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์รูปทรงของกล่องฐานส่วนล่าง

คุณสมบัติ	รูปทรงสี่เหลี่ยม	รูปทรงวงกลม	รูปทรงสามเหลี่ยม
ฐานมีความมั่นคง	4	4	3
ประหยัดเนื้อที่	4	3	2
กรรมวิธีการผลิตง่าย	4	2	2
สะดวกในการใช้สอย	4	3	2
ความสมดุลย์รอบตัว	4	4	3
รวม	20	16	12

4 ดีมาก

3 ดี

2 พอใช้

1 เลว

สรุปผลการวิเคราะห์รูปทรงของฐานกล่องส่วนล่าง ที่เหมาะสมที่สุด คือ รูปทรงสี่เหลี่ยม ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสม กับการนำมาออกแบบ ซึ่งประโยชน์ใช้สอยของเครื่องนั้นมีรูปทรง หรือฐานที่บังคับ เพราะต้องการความสูงมากกว่า"ฐาน" ดังนั้น "ฐาน" ควรมีรูปทรงที่มีความมั่นคง ประหยัดเนื้อที่ในการใช้งานและง่ายต่อการนำไปผลิตในระบบอุตสาหกรรม

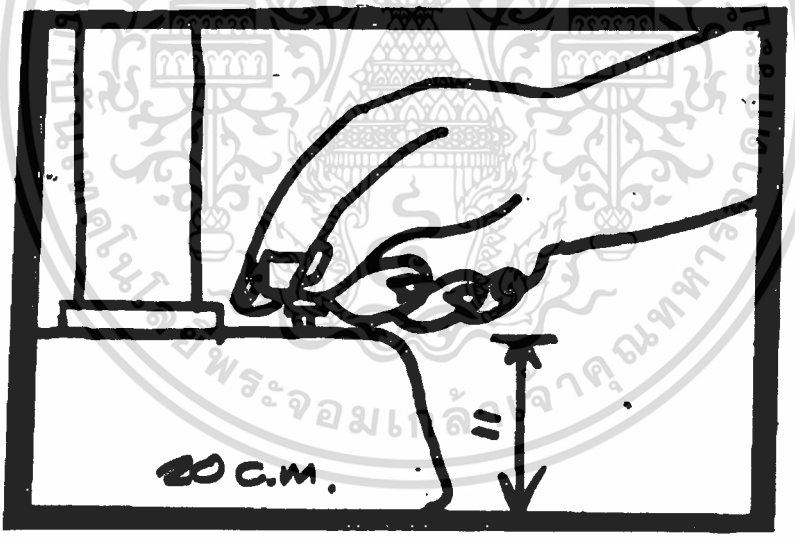
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

<u>การวิเคราะห์ลักษณะมุมมองและการปรับหมุนควบคุมด้วยมือ</u>

จากการศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตแบบแวนเดอกราฟนั้น ฐานของเครื่องจะประกอบด้วย สวิทช์ปิด–เปิดเครื่อง และปุ่มปรับความเร็วของมอเตอร์และ ฐานจะมีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม การใช้เครื่องจะต้องถูกวางในตำแหน่ง กับพื้นหรือ วางบนโต๊ะปฏิบัติการทดลอง ซึ่งมีลักษณะมุมมองที่ต่ำกว่าระดับสายตาของผู้ใช้ และมีการปรับและควบคุมด้วยมือ จากการศึกษาอุปกรณ์เดิมนั้น ควรมีการแก้ไขเพิ่มเติมพัฒนารูปทรงให้ทันสมัยขึ้น โดยมีหลักการพิจารณาดังนี้ คือ

1. รูปร่าง ต้องเหมาะสมกับลักษณะมุมมอง
2. การสะดวกในการปรับหมุนควบคุมด้วยมือ
3. ขนาดสัดส่วนเหมาะสมกับการใช้งาน และเหมาะสมกับคนไทยหรือผู้ใช้
4. กรรมวิธีผลิตง่ายและรวดเร็ว

<u>รูปร่างและขนาดสัดส่วนของเครื่องเดิม</u>



ข้อดี

1. การออกแบบรูปทรงฐานสี่เหลี่ยมซึ่งมีความมั่นคงในการวาง
2. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดวาง
3. กรรมวิธีการผลิตง่ายและรวดเร็ว

ข้อเสีย

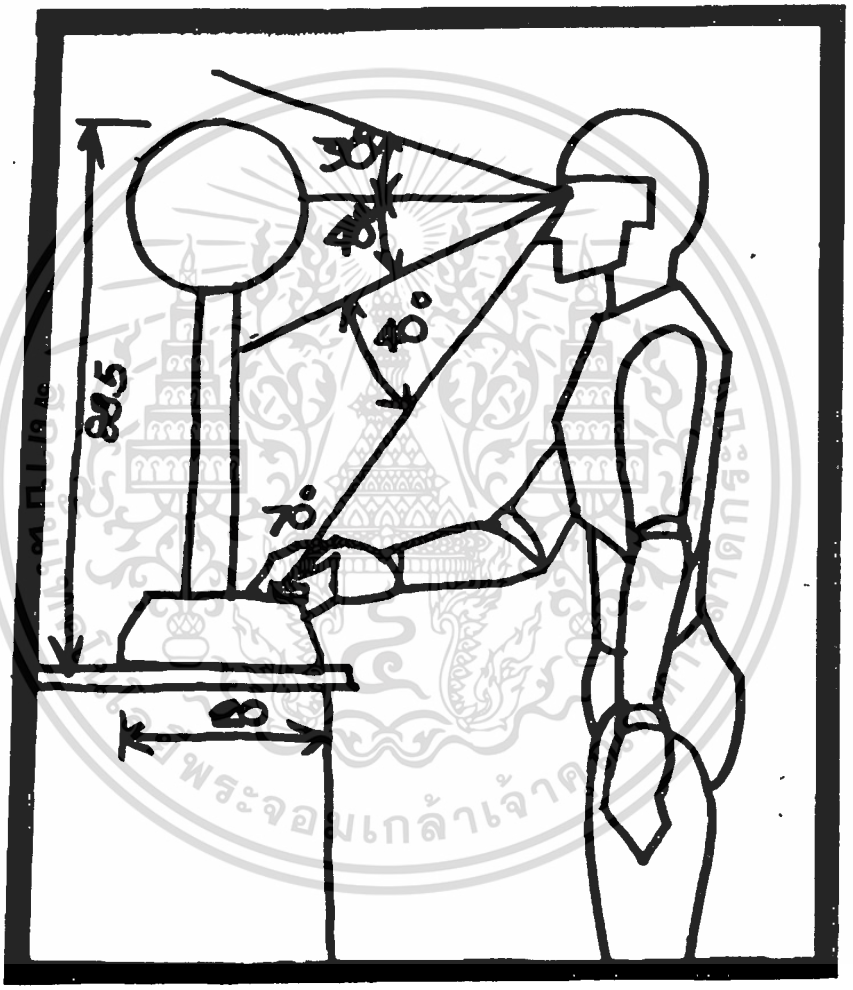
1. เนื่องจากอุปกรณ์เดิมต้องการความสูงมากพื้นฐานเล็กทำให้เกิดการล้มง่าย
2. วัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างเป็นโลหะซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้าทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้ได้ง่ายซึ่งเป็นผลให้เกิดการเสียประจุไฟฟ้าได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ข้อเสีย

(ต่อ) 3. การกำหนดรูปร่างและปุ่มปรับต่าง ๆ หรือการมองเห็น การใช้งานควบคุมควรปรับปรุงให้ดีขึ้นมากยิ่งขึ้น

<u>การวิเคราะห์ลักษณะมุมมองและการปรับปุ่มควบคุมด้วยมือ</u>



รูปที่ 45 การวิเคราะห์มุมมองและการควบคุมด้วยมือในลักษณะการทดลองท่ายืน

<u>สรุปการวิเคราะห์ในการทดลองท่ายืน</u>

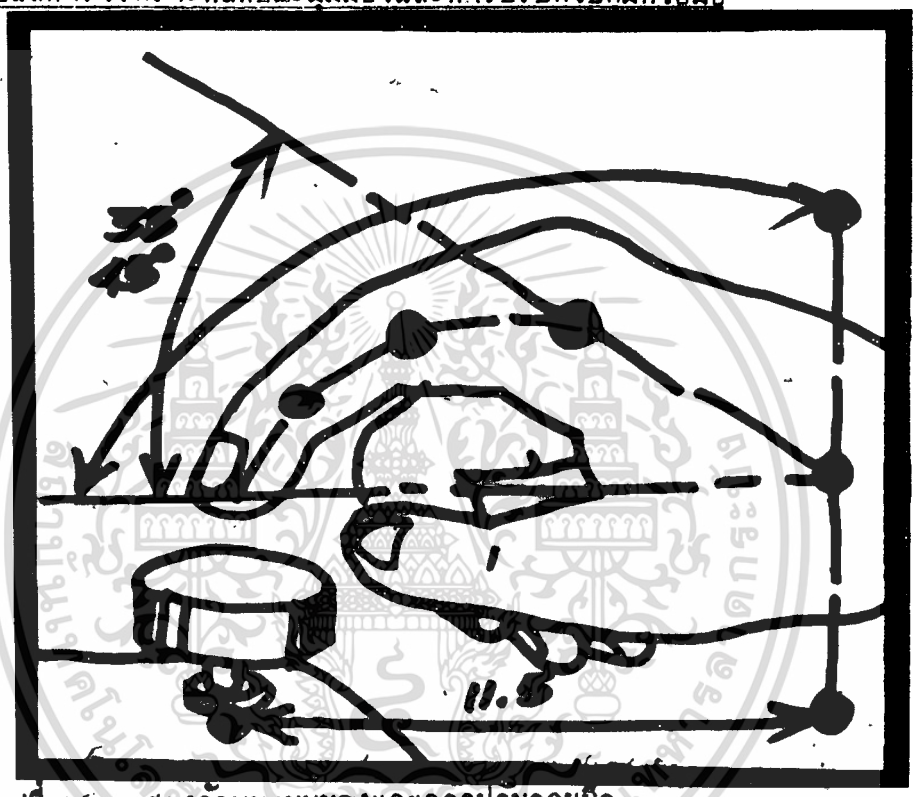
ลักษณะมุมมองที่สัมพันธ์กับสายตา และสะดวกต่อการควบคุมกับการใช้ปุ่มปรับต่าง ๆ นั้น ผลการวิเคราะห์มีดังนี้คือ

1. ลักษณะมุมมองที่เหมาะสมที่สุด ประมาณ 35° องศา โดยออกแบบให้ฐานมีมุมที่สัมพันธ์กับสายตาและการทดลองประมาณ 35 องศา เช่นเดียวกันเพื่อให้การมองเห็น และการ

ปรับหมุนควบคุมได้ถนัดและสะดวกสบายในการใช้งาย

2. ขนาดสัดส่วนความสูง ประมาณ 65 ซ.ม เพื่อให้การควบคุมและการใช้งานได้คล่องแคล่วและเหมาะสม กับสัดส่วนของคนไทยหรือผู้ใช้

สรุปผลการวิเคราะห์ลักษณะมุมมองและการปรับควบคุมด้วยมือ



รูปที่ 46 แสดงลักษณะมุมมองและการปรับควยมือ

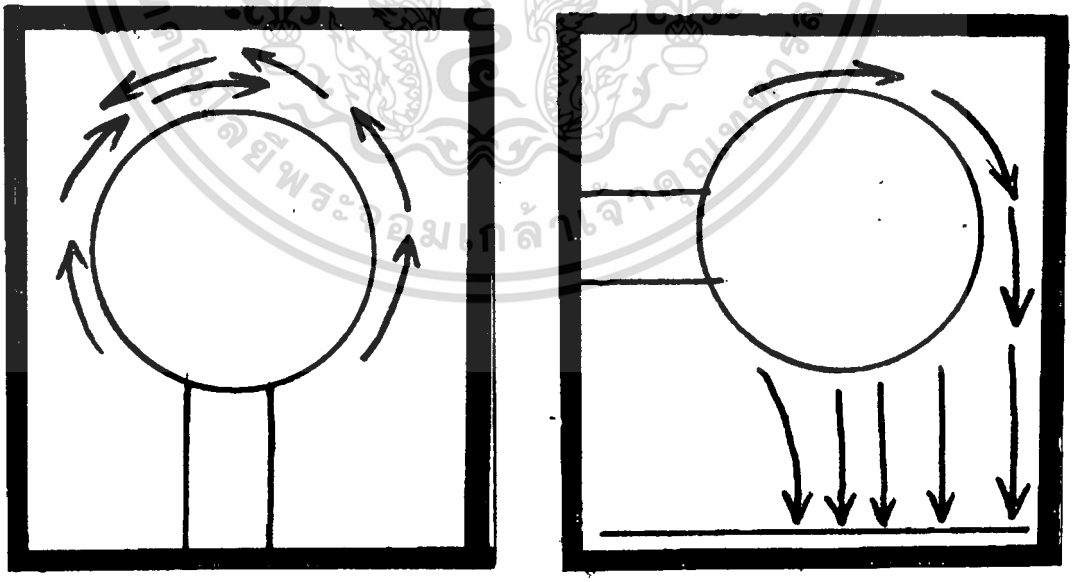
1. ลักษณะมุมมองเอียง 75 องศา
2. ขนาดสัดส่วนความสูง 10 ซ.ม
3. ฐานสี่เหลี่ยม 20 20 ซ.ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การวิเคราะห์รูปร่างออกแบบตามหลักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล พบว่าทำไมต้องออกแบบรูปร่างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต ให้มีลักษณะสูง โลหะตัวนำทรงกลมกลวง ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และสามารถเก็บประจุได้มาก ดังนั้นเหตุผลที่ต้องออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะเฉพาะอย่างนั้น ก็เพราะว่า เหตุผลดังต่อไปนี้คือ

ลักษณะรูปทรงต้องตั้งสูง ทั้งนี้เพื่อให้การเกิดประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในอากาศรอบ ๆ โลหะสามารถเกาะแน่นกับผิวโลหะได้สม่ำเสมอ ซึ่งมีแรงดึงดูดของโลก ซึ่งมีอิทธิพลอยู่มากในการเกิดประจุไฟฟ้าให้เกาะกลุ่มกันหนาแน่น ดังนั้นเมื่อถูกเร่งพลังงานเข้าไปก็จะเกิดการถ่ายเทของประจุไฟฟ้า เกิดขึ้นบนผิวของโลหะ ได้สม่ำเสมอและปริมาณประจุไฟฟ้าจะกระจายได้ทั่วถึงกันรอบ ๆ โลหะตัวนำทรงกลม



ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบลักษณะการวางรูปร่างตั้งกับนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

<u>สรุป การวิเคราะห์รูปร่างออกแบบตามหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์</u> นั้นเราจะเห็นได้ว่า ลักษณะการจัดวางรูปทรงแบบนอนนั้น การเกาะกลุ่มของประจุไฟฟ้าจะลดน้อยลง เพราะประจุไฟฟ้าที่มีอยู่รอบ ๆ จะพยายามผลักกัน พุ่งลงสู่ข้างล่าง ซึ่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

ดังนั้น จากหลักการดังกล่าวจึงนำมาออกแบบ รูปแบบ ให้ตั้งขึ้นเพื่อจุประสงค์ทางด้านการเกิดประจุไฟฟ้า ที่เหมาะสมและถูกต้อง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การวิเคราะห์การเพิ่มความสะดวกสบาย

จากการศึกษาและค้นคว้าเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าสถิตนั้น ปัญหาของอุปกรณ์เดิมในด้านการใช้งานต้องใช้อุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นรูปโลหะกลม นำมาล่อเพื่อให้เกิดประกายไฟฟ้าลักษณะการจับอุปกรณ์นั้น บางครั้งจะต้องทดลองหรือทดสอบหลายๆครั้ง ในลักษณะการใช้มือจับนั้นทำให้การทดลองคลาดเคลื่อนได้เสมอเพราะมือของเราไม่อยู่นิ่ง สั่น ทำให้การทดลองผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงและพัฒนาอุปกรณ์นี้เสียใหม่โดยให้มีหน้าที่ใช้สอยเหมือนเดิมแต่เพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งานให้มากขึ้น

การปรับปรุงอุปกรณ์ใหม่โดยการ นำอุปกรณ์โลหะลูกกลมให้ติดกับฐานส่วนล่างของเครื่องโดยมีด้ามสำหรับจับหรือใช้ผ้านวมบังคับด้วยมือหมุน และ ใช้ระบบรางเลื่อนเข้าออกโดยการเพิ่ม การเพิ่มฟังชั่นส่วนประกอบใหม่ด้วยการมีสเกลสำหรับบอกระยะของช่องว่างที่เกิดประกายไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.5 <u>การวิเคราะห์วัสดุและกรรมวิธีการผลิต</u>

ในการวิเคราะห์วัสดุและกรรมวิธีการผลิต เพื่อนำมาใช้ประกอบการออกแบบนั้น อุปกรณ์หรือเครื่องมือเครื่องใช้ในปัจจุบันที่เราพบเห็นในวงการอุตสาหกรรมผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการออกแบบรูปทรงให้สัมพันธ์กับวัสดุและกรรมวิธีกรรมวิธี เพื่อให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ดังนั้นในการเลือกใช้วัสดุ เราจึงต้องวัสดุที่มีลักษณะคุณสมบัติที่แตกต่างกันและกรรมวิธีการผลิตที่ไม่เหมือนกันบางส่วน ซึ่งสามารถแยกเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์วัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ทำโลหะตัวนำทรงกลม
2. การวิเคราะห์วัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ทำท่อพลาสติกใส
3. การวิเคราะห์วัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ทำโครงสร้างของฐานบรรจุ
4. การวิเคราะห์วัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ทำส่วนประกอบร่วมต่าง ๆ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 13 กการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโลหะทรงกลม

คุณสมบัติ	เงิน	ทองแดง	อลูมิเนียม	สังกะสี	เหล็ก
ตัวนำไฟฟ้า	4	3	3	2	1
กรรมวิธีการผลิต	1	4	4	4	2
ความทนทาน	2	4	3	2	4
การรับน้ำหนัก	2	4	3	1	4
การยืดหดตัว	2	4	3	2	4
ทนความร้อน	1	4	3	2	4
การประกอบ	2	4	3	2	4
การตกแต่ง	2	4	3	2	2
ราคา	1	2	3	4	2
ความสวยงาม	3	3	3	2	2
รวม	22	37	34	25	31

สรุปการวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำโลหะทรงกลมที่เหมาะสมที่สุดคือ ทองแดง

4 = ดีมาก
3 = ดี
2 = ปานกลาง
1 = เลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

คุณสมบัติ	การหล่อ	การพับ	การอัดหรือปั๊ม
การผลิตง่าย	2	1	4
ราคาถูก	2	4	3
ความสวยงาม	4	2	4
การตกแต่งง่าย	3	2	4
น้ำหนักเบา	3	2	4
รวม	14	12	19

4 ดีมาก

3 ดี

2 พอใช้

1 เลว

สรุปผลการวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมที่สุด คือ กรรมวิธีการขึ้นรูปด้วยการอัดหรือปั๊ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำท่อพลาสติกใส

คุณสมบัติ	อาคิลิค	โพลีเอทีลีน	ไวนิล
การนำไปใช้งานได้ทันที	4	3	2
การรับน้ำหนัก	4	3	2
การยืดหดตัว	4	3	3
ความทนทาน	3	3	2
การประกอบ	4	3	3
การตกแต่ง	4	3	2
กรรมวิธีการผลิต	4	3	3
ราคา	4	3	3
ฉนวนไฟฟ้า	4	4	4
รวม	35	27	24

4 ดีมาก

3 ดี

2 พอใช้

1 เลว

สรุปการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำท่อพลาสติกใสที่เหมาะสมที่สุด คือ พลาสติกจำพวก อาคริลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตท่อพลาสติกใส

คุณสมบัติ	การอัด	การฉีด	การขึ้นรูปด้วยความร้อน
ผิวกลมเรียบ	3	4	3
โปร่งใส	3	4	3
ผลิตง่าย	3	4	2
ราคาถูก	3	4	3
สวยงาม	3	4	4
ความทนทาน	3	3	4
รวม	18	23	19

4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 เสว

สรุปผลการวิเคราะห์ วิธีการผลิตท่อพลาสติกใสที่เหมาะสมที่สุด คือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดเข้าแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของฐานบรรจุ

คุณสมบัติ	ไวนีล	โพลีสไตลีน	พี.วี.ซี.
ฉนวนไฟฟ้า	3	4	3
ผลิตง่าย	3	4	4
การตกแต่ง	3	4	3
การประกอบ	3	4	3
ความทนทาน	2	3	4
การยืดหดตัว	3	4	3
รับน้ำหนัก	3	4	3
ราคา	4	4	3
รวม	24	31	26

4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 เลว

สรุปการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของฐานบรรจุที่เหมาะสมที่สุดคือ พลาสติกจำพวกโพลีสไตลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตโครงสร้างฐานบรรจุ

คุณสมบัติ	การผลิตแบบฉีด	การผลิตแบบอัด	การผลิตแบบขึ้นรูปด้วยความร้อน
ผลิตง่าย	4	3	2
ราคาถูก	4	3	2
ความทนทาน	4	4	3
สวยงาม	4	3	4
ตกแต่งง่าย	4	3	4
รวม	20	16	15

4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 เลว

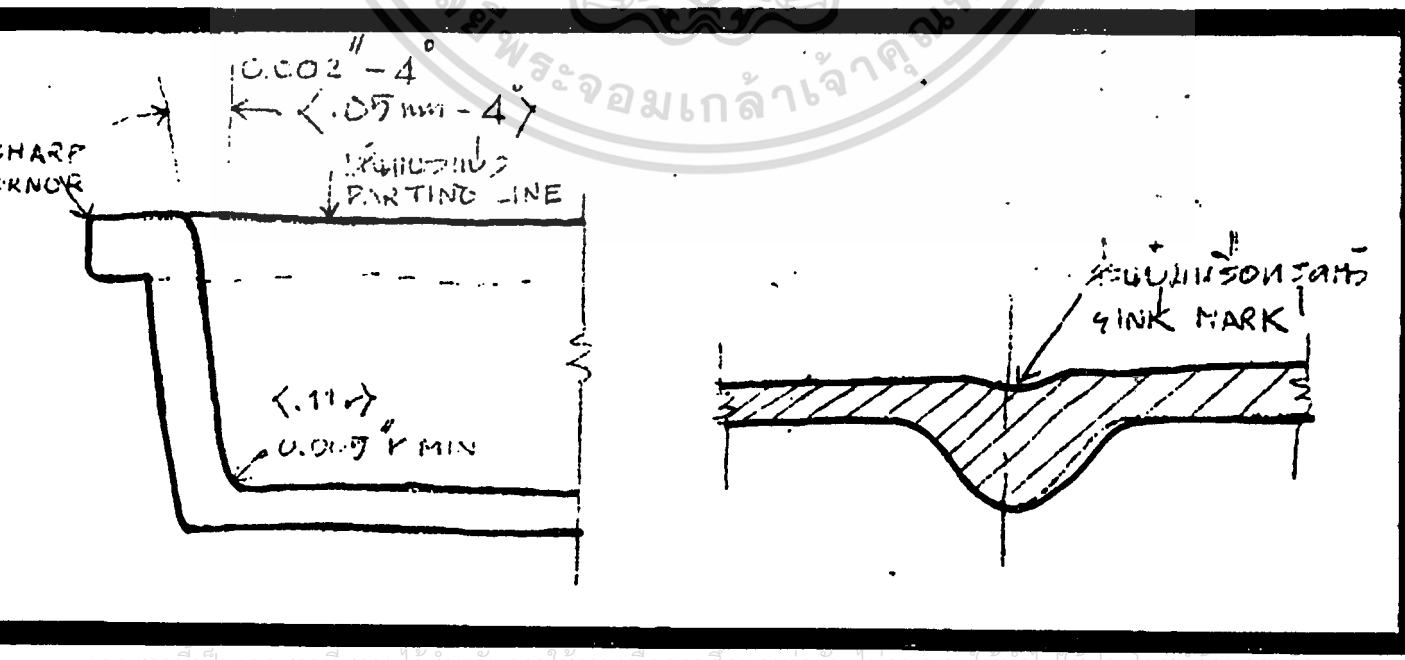
สรุปการวิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิตโครงสร้างฐานบรรจุที่เหมาะสมที่สุดคือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดเข้าแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

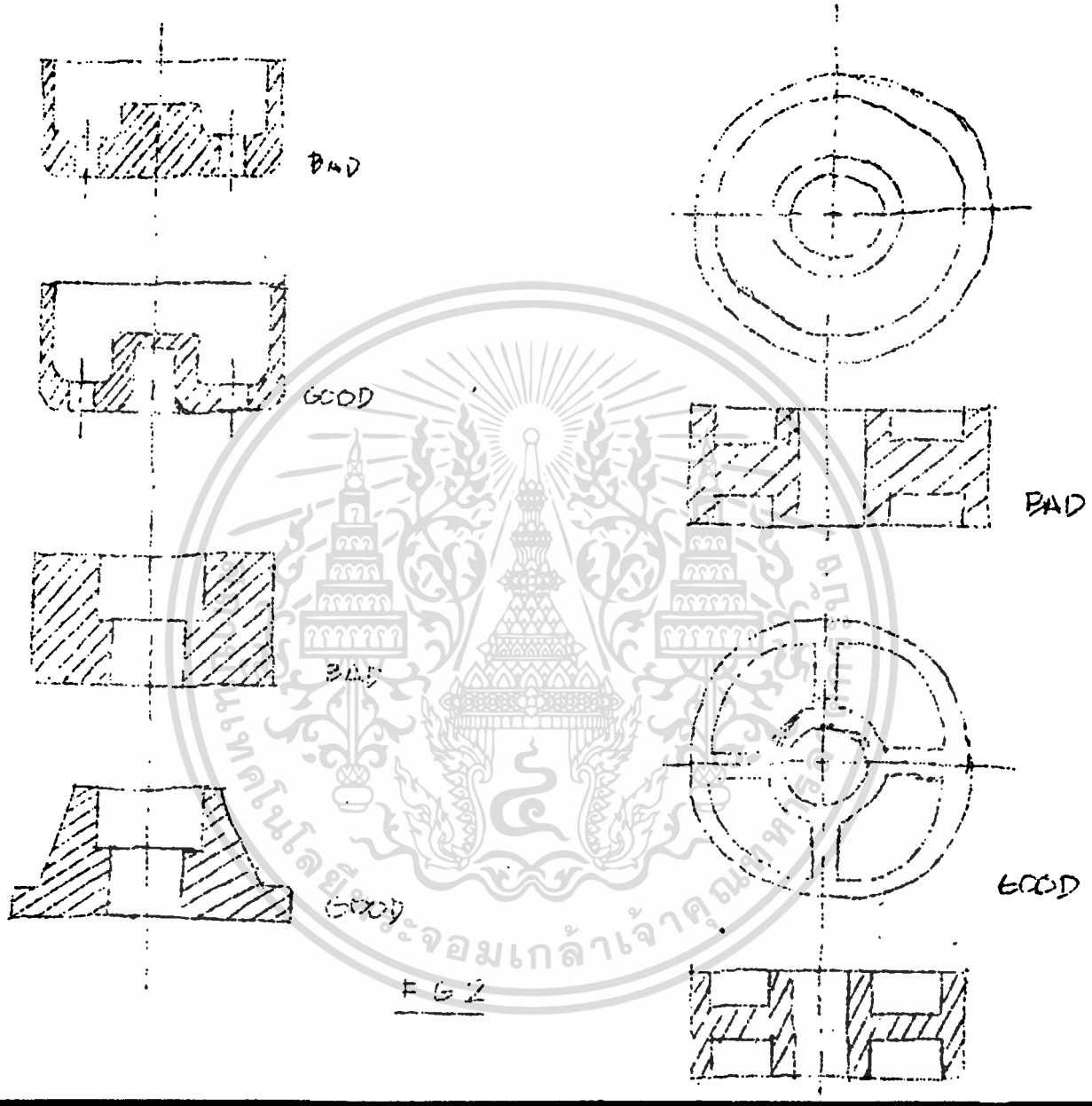
การวิเคราะห์การออกแบบส่วนของงานหล่อพลาสติก

งานหล่อประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ซึ่งเล็ก บาง หรือหนา มาประกอบกัน แต่ก็มีขนาดร่วมที่เท่ากันและเรียบร้อย งานหล่อส่วนใหญ่จะมีขนาดไม่เกิน ๓๐" + ๑๘" + ๑๘" ความหนาของผนังงานขึ้นอยู่กับความต้องการ แต่ก็ควรให้มีความเหมาะสมกับการไหลของพลาสติกด้วย รวมถึงการที่จะต้องคำนึงถึงการหดและขนาดตัวตามเปอร์เซ็นต์ เมื่อให้ความร้อนและเมื่อปล่อยให้เย็นด้วย ความหนาของชิ้นงานหล่อ แม่ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ไม่โตมากอาจทำได้ถึง $\frac{1}{32}$" (0.794 MM) ส่วนชิ้นงานที่โตขึ้นไปความหนาขึ้นอยู่กับความต้องการและเหมาะสมอันไม่จำกัดได้ รวมถึงจะให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต่อเชื่อมด้วยการผลิตเพื่อยึดด้วยสกรู ต่างความหนาต้องมีความสัมพันธ์ต่อการถอดแบบ (EJECTED) จากแบบหล่อได้ง่ายด้วย โดยอาจออกแบบให้งานมีชิ้นยึดเวลาถอดแบบ EJECTORPINS จากแบบหล่อหรือแม่พิมพ์ โดยไม่มีการเสียหายหรือชิ้นงานถูกรบกวนให้ยุ่งยากในการถอดแบบ

เพื่อหลีกเลี่ยงจากแรงเค้นภายในวัตถุ (STRESS) การรบกวน (DISTORTION) ที่ทำให้ผิดรูป รอยร้าว(CRACKING) ความหนาของผนังจะต้องถูกออกแบบแก้ไขให้ถูกต้องและเหมาะสม ดังรูปที่ ๒ ในลักษณะเดียวกัน มุมที่แหลมคมก็ควรหลีกเลี่ยงสำหรับมุมคมซึ่งไหลมากจากส่วนแยกของงานหล่อ ซึ่งได้ให้ขนาดแล้วในรูปที่ ๓ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการถอดงานออกจากแบบ ส่วนผิวที่เป็นเส้นตั้งฉากหรือเส้นดิ่งจนถึงส่วนที่แยกออกจากรอยต่อควรแก้ไขในการออกแบบเชียนแบบ โดยให้มีแนวเอียง .๐๐๒" - ๔° แต่อาจให้มีมากกว่าก็ได้ในส่วนที่เป็นปุ่มหรือสันเสริมโครง (BOSSESXRIBS)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 48 ภาพแสดงการวิเคราะห์การออกแบบส่วนของงานหล่อพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมที่สุดคือ กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีด (INJECTION MOLDING) ซึ่งเหมาะกับ THERMOPLASTIC ประเภทหล่อพลาสติกโค้และผงโดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบสามารถผลิตได้รวดเร็วและเป็นจำนวนมาก

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

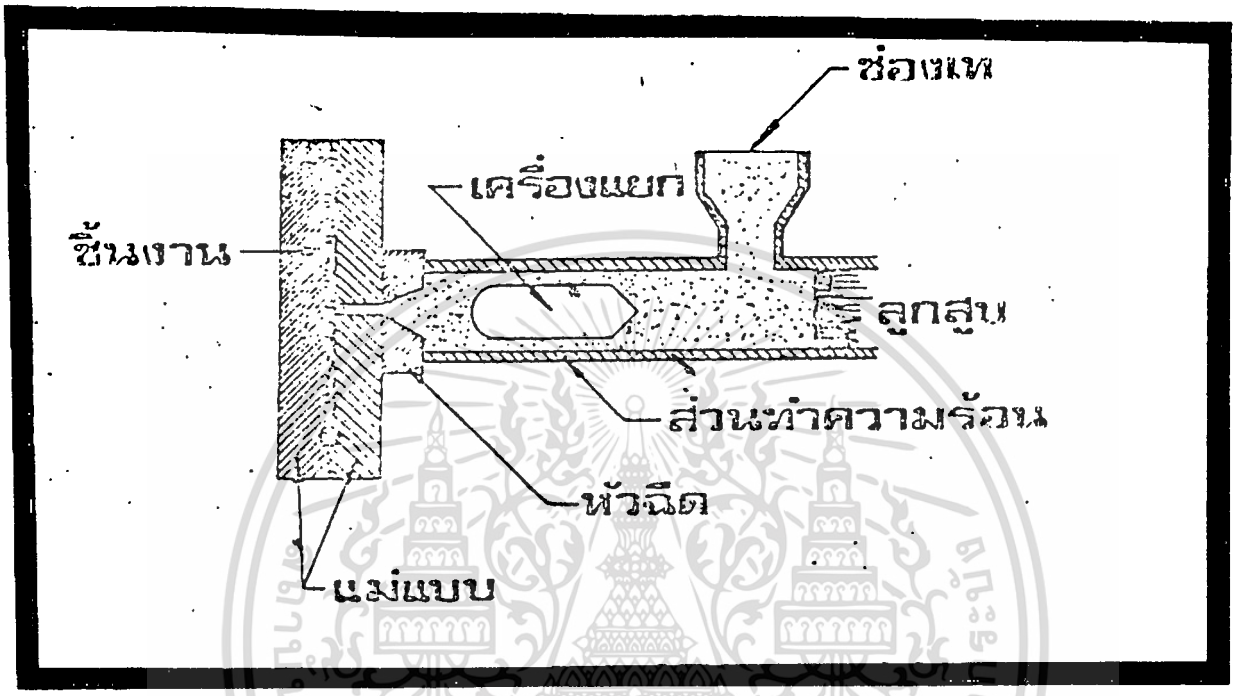
1. เทพลาสติกผงหรือเม็ดลงในช่องเท ((HOPPER))
2. ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติกให้ผ่านไปที่ส่วนทำความร้อน (HEATING CYLINDER) ซึ่งมีอุณหภูมิ 300 องศา ถึง 650 องศาฟาเรนไฮท์ โดยแยกผ่านเครื่องแยก (TERPEDO หรือ SPREADER) เพื่อให้ได้รับความร้อนสม่ำเสมอ
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีด (NOZZLE) ไปยังแม่แบบปิดด้วยแรง 5000 – 40,000 ปอนท์/ตร.นิ้ว
4. พลาสติกจะเย็นและแข็งตัวโดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่องเนื้อที่แม่แบบ
5. เปิดแม่แบบ แล้วนำชิ้นงานออกไปตัดตกแต่งต่อไป (ชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่จะถูกวางในโครงบังคับก่อนแล้วทิ้งไว้จนเย็นลงกันการบิดงอ)

ชนิดของพลาสติก ใช้พลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด เช่น อาเซทอล อะคริลิค ฟลูออโร–คาร์บอน โปลีบาไมท์ โปลีโอเลฟิน โปลีสไตรีน และไวนีล

ชนิดของผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ผลิตภัณฑ์ได้–อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท วิธีสังเกตุง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ให้ดูรอยกลมนูนที่ด้านล่างหรือส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นรอยที่พลาสติกเหลวถูกอัดเข้าในแม่แบบ ชิ้นงานที่ออกมามีความเรียบร้อยและสวยงามกว่า

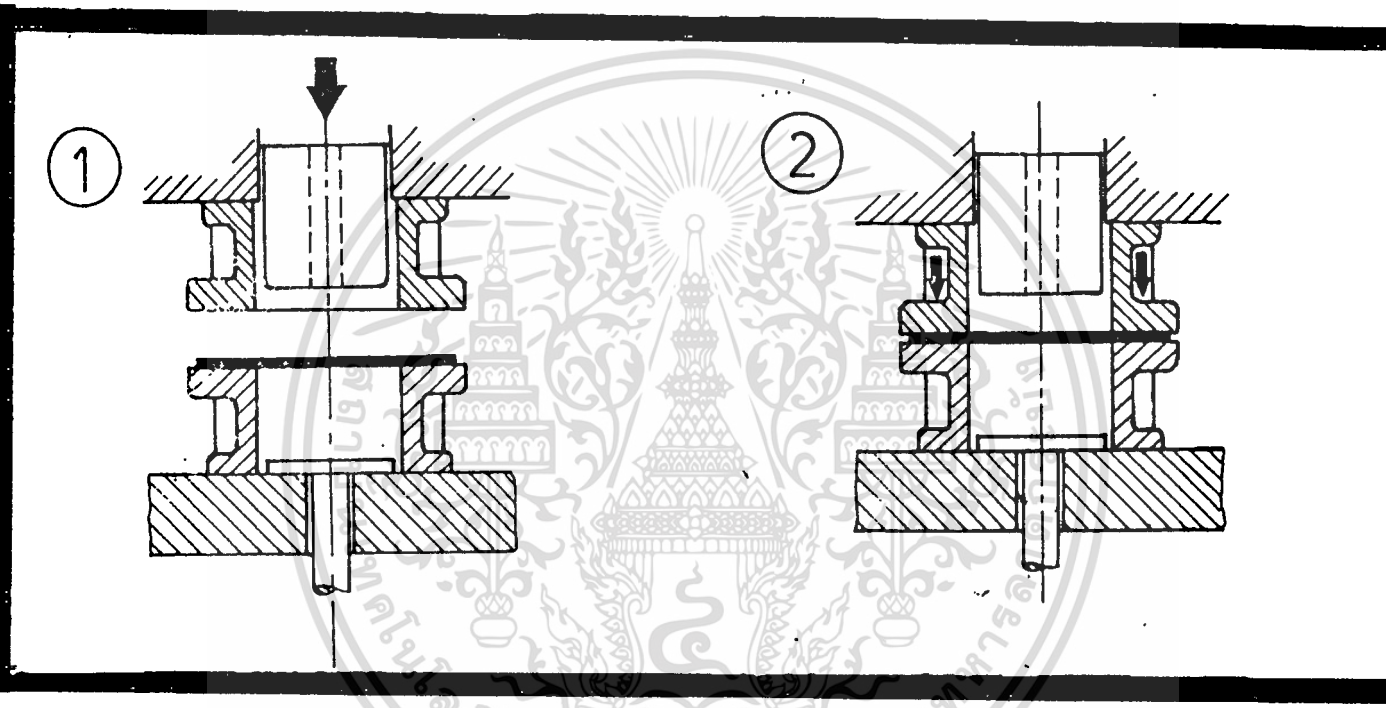
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 49 ภาพแสดงกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบกึ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

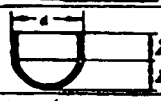
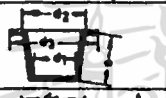
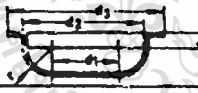
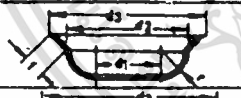
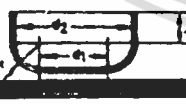
กรรมวิธีการผลิตโลหะทรงกลมที่เหมาะสมที่สุดคือ การขึ้นรูปด้วยวิธีอัดหรือปั๊มด้วยเครื่องกดรีด ซึ่งเป็นที่นิยมสำหรับงานกดรีดหรือปั๊ม รูปทรงกระบอก รูปทรงกลม ที่มีผิวบาง ซึ่งสามารถผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว



รูปที่ 50 ภาพแสดงเครื่องกดรีดโลหะ

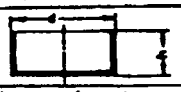
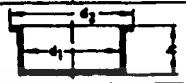
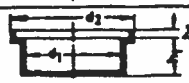
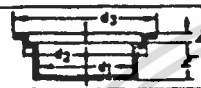
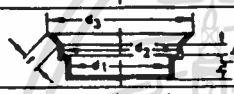
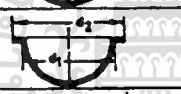
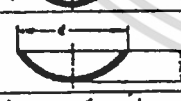
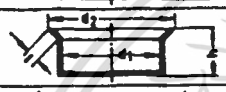
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 51 ภาพแสดงการางการคำนวณการขึ้นรูปโลหะ

Shape of Pressing	Blank Diameter D =
	$\sqrt{d_2^2+4(h_1^2+d_1h_2)}$
	$\sqrt{d^2+4(h_1^2+dh_2)}$
	$\sqrt{d_1^2+4h^2+2f(d_1+d_2)}$
	$\sqrt{d_1^2+4[h_1^2+d_1h_2+1/2\,(d_1+d_2)]}$
	$\sqrt{d_1^2+2s\,(d_1+d_2)}$
	$\sqrt{d_1^2+2s(d_1+d_2)+d_3^2-d_2^2}$
	$\sqrt{d_1^2+2[s(d_1+d_2)+2d_2h]}$
	$\sqrt{d_1^2+6,28rd_1+8r^2}$ or $\sqrt{d_2^2+2,28rd_2-0,56r^2}$
	$\sqrt{d_1^2+6,28rd_1+8r^2+d_3^2-d_2^2}$ or $\sqrt{d_3^2+2,28rd_2-0,56r^2}$
	$\sqrt{d_1^2+6,28rd_1+8r^2+4d_2h+d_3^2-d_2^2}$ or $\sqrt{d_3^2+4d_2(0,57r+h)-0,56r^2}$
	$\sqrt{d_1^2+6,28rd_1+8r^2+2f(d_2+d_3)}$ or $\sqrt{d_2^2+2,28rd_2+2f(d_2+d_3)-0,56r^2}$
	$\sqrt{d_1^2+6,28rd_1+8r^2+4d_2h+2f(d_2+d_3)}$ or $\sqrt{d_2^2+4d_2(0,57r+h+f/2)+2d_3f-0,56r^2}$
	$\sqrt{d_1^2+4(1,57rd_1+2r^2+hd_2)}$ or $\sqrt{d_2^2+4d_2(h+0,57r)-0,56r^2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 52 ภาพแสดงตารางการคำนวณในการขึ้นรูปโลหะ

Shape of Pressing	Blank Diameter D =
	$\sqrt{d^2+4dh}$
	$\sqrt{d_2^2+4d_1h}$
	$\sqrt{d_2^2+4(d_1h_1+d_2h_2)}$
	$\sqrt{d_3^2+4(d_1h_1+d_2h_2)}$
	$\sqrt{d_1^2+4d_1h+2f(d_1+d_2)}$
	$\sqrt{d_2^2+4(d_1h_1+d_2h_2)+2f(d_2+d_3)}$
	$\sqrt{2d^2}=1.414d$
	$\sqrt{d_1^2+d_2^2}$
	$1.414\sqrt{d_1^2+f(d_1+d_2)}$
	$1.414\sqrt{d^2+2dh}$
	$\sqrt{d_1^2+d_2^2+4d_1h}$
	$1.414\sqrt{d_1^2+2d_1h+f(d_1+d_2)}$
	$\sqrt{d^2+4h^2}$
	$\sqrt{d_2^2+4h^2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.6 <u>การวิเคราะห์การใช้สีที่เหมาะสม</u>

การวิเคราะห์การใช้สี นั้นจุดมุ่งหมาย เพื่อต้องการที่จะตกแต่งภายนอกด้วยสีสรร เพื่อให้เกิดอิทธิพลด้านจิตใจและดึงดูดผู้ใช้หรือ ผู้พบเห็นและเกิดความสวยงาม ความลักษณะของสุนทรียภาพ เราสามารถนำหลักการมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์การใช้สีที่เหมาะสมได้ดังนี้

– การใช้สีเพื่อดึงดูดความสนใจและสวยงาม
– การใช้สีเพื่อเป็นตัวป้องกัน ผลิตค้นคว้าและวัสดุจากภาวะการทำลายเป็นสนิม
– การใช้สีไฟถูกต้องการความนิยมความสภาพของผู้ใช้
– การใช้สีโดยคำนึงถึงความประหยัดหรือหลีกเลี่ยงการใช้สีโดยใช้สีของวัสดุให้เป็นประโยชน์

การใช้สีการอุปกรณ์นี้ สามารถแบ่งส่วนประกอบใหญ่ออกเป็น 4 ส่วน ได้ดังนี้

1. การใช้สีกับโลหะตัวนำทรงกลม
2. การใช้สีกับหลอดพลาสติกใส
3. การใช้สีกับฐานบรรจะเครื่อง
4. การใช้สีกับส่วนประกอบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์การใช้สีกับโลหะทรงกลม

คุณสมบัติ	สีพื้นวัสดุ	เคลือบ–ชุบโครเมียม	พ่นสี
ป้องกันสนิม	1	4	3
ความสวยงาม	2	4	3
ราคาถูก	4	3	4
ทนทาน	1	4	3
ผิวเรียบ	1	4	3
ตัวนำไฟฟ้า	3	4	1
รวม	12	23	17

4 ดีมาก 2 พอใช้

สรุปผลการวิเคราะห์ การใช้สีกับ– 3 ดี 1 เลว

โลหะทรงกลมที่เหมาะสมคือ การชุบหรือเคลือบด้วยโครเมียม จะมีสีขาวอมฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ในการใช้สีกับอุปกรณ์ที่ใช้กันในห้องวิทยาศาสตร์ ส่วนมากจะมีลักษณะเป็นสีเย็น ไม่นิยมใช้สีร้อนสุขุกตา เช่น มักจะเป็นสีน้ำเงินอมเทา, สีดำ เขียวอมเทา หรือสีเทา เป็นต้น ดังนั้นการวิเคราะห์การใช้สีจึงสรุปได้ว่าควรจะใช้สีที่มีน้ำหนักเข้มหรืออมเทา หรือจำพวกสีเย็น เป็นต้น

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์การใช้สีกับฐานบรรจุเครื่อง

สี	ความสวยงาม	ความสง่างาม	ความลึกลับ–สนใจ	รวม
ดำ	3	4	4	11
เทา	3	3	3	9
น้ำเงินอมเทา	4	4	4	12
เขียวอมเทา	4	3	3	10

4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 เลว

สรุปผลการวิเคราะห์การใช้สีกับฐานบรรจุเครื่อง ที่เหมาะสมที่สุดคือ สีน้ำเงินอมเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์การใช้สีกับส่วนประกอบต่าง ๆ

สี	ความบริสุทธิ์	ความสวยงาม	ความสง่างาม	สะดุดตา	รวม
ขาว	4	4	4	4	16
ฟ้า	4	4	3	3	14
น้ำเงิน	2	3	3	3	11
เหลือง	3	4	2	4	13
แดง	3	3	3	3	12

4 ดีมาก

3 ดี

2 พอใช้

1 เลว

สรุปผลการวิเคราะห์ การใช้สีกับส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสมที่สุด คือ สีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

<u>การสรุปข้อมูลค้นคว้าและการวิเคราะห์</u>

จากการศึกษาค้นคว้าและวิจัยแล้วพบว่า ในการออกแบบแรับปรุงเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้านี้มีความยุ่งยากซับซ้อนมาก ซึ่งจำเป็นต้องลดหรือเพิ่มขนาด ส่วนประกอบต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสม สะดวกสบาย และมีประสิทธิภาพในการทำงานใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิม จากการวิจัยการทดลอง–ทดสอบ (TESTING) ด้วยวิธีการเข้าถึงด้วยตัวเอง INDIVIDUAL APPROACH และการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานี้โดยเฉพาะ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำด้วยหลายวิธีการด้วยกัน — เช่น ขอคำปรึกษาชี้แนะแนวทางวิชาการที่ถูกต้อง การศึกษาเข้าไปดูอุปกรณ์เดิมจากสถานศึกษาต่าง ๆ ที่มีใช้ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งได้ข้อมูลที่จะนำมาออกแบบปรับปรุง ได้มากพอสมควร แต่ในการปรับปรุงเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าที่จะทำขึ้นมาใหม่นี้ รูปร่าง FORM FUNCTION จะต้องถูกออกแบบให้สอดคล้องและสัมพันธ์ กับทฤษฎีหรือหลักการ กฎเกณฑ์ ซึ่งถูกกำหนดไว้เป็นบรรทัดฐาน

กรรมวิธีในการออกแบบปรับปรุงใหม่นั้น มีหลักการที่ต้องพิจารณาคำนึงถึงคุณสมบัติทางกายภาพเป็นหลักสำคัญ หมายถึง สิ่งที่เป็นขอบเขต (LIMITATIONS) ยึดจำกัดตามความจริงในหลักวิชาการและเทคโนโลยี่ คือคุณสมบัติทางกายภาพที่จะต้องนำมาเป็นตัวร่วม ในการออกแบบเป็นสิ่งสำคัญ คือ

1. แฟ็คเตอร์ทางด้าน HUMAN ENGINEERING ความสามารถในการใช้งานของมนุษย์หรือสัดส่วนที่สะดวกสบาย
2. เทคโนโลยีทางด้าน METTERIAL AND PROCESSES และองค์ประกอบอื่น ๆ

ดังที่กล่าวมาแล้ว สิ่งเหล่านี้จะต้องนำมาใช้ในการกำหนด ขนาดสัดส่วน PROPORTION พื้นที่ (AREAS) มุมมอง น้ำหนักปริมาตรราลฯ ให้สัมพันธ์สอดคล้องกัน FUNCTION และการใช้ปฏิบัติการทดลอง ที่ถูกต้องเหมาะสมแก่ผู้ใช้ และนอกจากนี้ผู้วิจัยก็ยังได้ศึกษา รวมถึงส่วนประกอบและระบบการทำงานต่าง ๆ ของเครื่อง ที่จำเป็นต้อง นำเข้ามาใช้ประกอบ ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

(COMPONENT) และระบบการทำงาน (SYSTEMS) เหล่านี้มีขนาดสัดส่วน หรือคุณสมบัติที่เป็นขนาดมาตรฐานตายตัวอยู่แล้ว เช่น โลหะตัวนำไฟฟ้า, ลูกรอก , สายพาน, มอเตอร์ เหล่านี้เป็นต้น

ซึ่งการวิจัยค้นคว้านั้น ผู้วิจัยต้องพบกับปัญหาเกี่ยวกับขนาดสัดส่วน ระยะและคุณภาพหรือประสิทธิภาพในการทำงานซึ่งออกมาในรูปแบบของการทดลอง ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความพยายามศึกษา พินิจพิจารณาจากแง่มุมต่าง ๆ ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนมากมาย และการหาเหตุผลข้อมูลอ้างอิงได้ยากมาก ที่เราต้องการ (BACKGROUND) และรายละเอียดที่แท้จริง เพื่อที่จะนำไปใช้ประกอบการวิเคราะห์หาสัดส่วนประสานทางพิกัด (MODULAR SYSTEM) ให้สัมพันธ์กับผู้ใช้งาน หรือสามารถที่จะใช้งานได้ดีอย่างมีประสิทธิภาพ

การสรุปผลการวิเคราะห์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตจากการศึกษาค้นคว้าและวิเคราะห์ได้ดังนี้ คือ

1. ขนาดสัดส่วนของโลหะตัวนำทรงกลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สามารถถอดประกอบได้สามารถที่จะเก็บปริมาณประจุไฟฟ้าได้ถึง 186 กิโลโวลต์ วัสดุที่ใช้ในการผลิต ซึ่งเหมาะสมที่สุด คือ ทองแดง มีคุณสมบัติการเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดีมาก ชุบเคลือบด้วยโครเมียม เพื่อให้มีผิวมันเรียบ ทนทานและมีผลมากต่อการเก็บปริมาณไฟฟ้าได้ให้สูญเสียมาก
2. ขนาดสัดส่วนของท่อพลาสติกใส มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ความสูงเป็น 2 เท่าของรัศมีโลหะทรงกลม ประมาณ 20 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสมที่สุดคือ พลาสติกจำพวกอาคริลิค ชนิดใส
3. กล่องฐานส่วนล่าง จากการวิเคราะห์ลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั้นรูปทรงที่เหมาะสมที่สุด ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย ประหยัดเนื้อที่และกรรมวิธีการผลิตง่ายและรวดเร็ว ขนาดพื้นที่ประมาณ 20×20 เซนติเมตร ความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการผลิต จำพวก โพลีสไตลีน
4. สวิทช์ควบคุม สามารถแบบได้ 3 แบบ คือ ลักษณะการใช้สวิทช์แบบหมุน แบบสไลด์เลื่อน และแบบกด จากการวิเคราะห์ที่ได้ขนาดสัดส่วนและหน้าที่การใช้ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1. สวิทช์แบบหมุน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว หน้าที่ใช้งานเป็นตัวควบคุม
2. สวิทช์แบบสไลด์เลื่อน ขนาดประมาณ $\frac{1}{2}$ นิ้ว หน้าที่การใช้งานเป็นสวิทช์ควบคุมการปรับความเร็วของมอเตอร์
3. สวิทช์แบบกด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ $\frac{1}{2}$ นิ้ว หน้าที่การใช้งานเป็นสวิทช์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่อง

5. มอเตอร์ขนาด 3x4 เซนติเมตร กำลัง 3-9 วัตต์ มอเตอร์ชี้รีสมอเตอร์ใช้กับไฟ 220 โวลต์
6. ลูกรอก ขนาด 1 เซนติเมตร ความยาว 2 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสมที่สุด พลาสติก สำหรับรอกที่ใช้ติดตัวมอเตอร์ลูกรอกที่ติดกับโลหะตัวนำทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ความยาว 2 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสมที่สุดคือ ไม้
7. สายพาน ขนาด 2 เซนติเมตร ความยาว 25 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสมที่สุด คือ ยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 5

การออกแบบ

แนวทางในการออกแบบ

1. ขนาดสัดส่วนของโลหะนำทรงกลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตรสามารถถอดประกอบได้ สามารถที่จะเก็บปริมาณประจุไฟฟ้าได้ถึง18.6กิโลโวลต์ วัสดุที่ใช้ในการผลิตซึ่งเหมาะสมที่สุด คือ ทองแดง มีคุณสมบัติการเป็นตัวนำไฟฟ้าดีมาก ชุบเคลือบด้วยโครเมียมเพื่อให้มีผิวมันเรียบทนทานและมีผลมากต่อการเก็บปริมาณไฟฟ้าได้ให้สูญเสียมาก

2. ขนาดสัดส่วนของท่อพลาสติกใส มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ความสูงเป็น 2 เท่าของรัศมีโลหะทรงกลม ประมาณ 20 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสมที่สุดคือ พลาสติกจำพวกอาคริลิกชนิดใส

3. กล่องฐานส่วนล่าง จากการวิเคราะห์ลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปทรงที่เหมาะสมที่สุด ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย ประหยัดเนื้อที่และกรรมวิธีการผลิตง่ายและรวดเร็ว ขนาดพื้นที่ประมาณ 20×20 เซนติเมตร ความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการผลิตโพลีสไตลีน

4. สวิทช์ควบคุม สามารถแบบได้ 3 แบบคือ ลักษณะการใช้สวิทช์แบบหมุนการใช้ดังนี้

   1. สวิทช์แบบหมุน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว หน้าที่การใช้งานเป็นตัวควบคุม
   2. สวิทช์แบบสไลด์เลื่อน ขนาดประมาณ $\frac{1}{2}$ นิ้ว หน้าที่การใช้งานเป็นสวิทช์ควบคุมปรับความเร็วของมอเตอร์
   3. สวิทช์แบบลด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ $\frac{1}{2}$ นิ้ว หน้าที่การใช้งานเป็นสวิทช์ควบคุมการปิด–เปิดเครื่อง

5. มอเตอร์ ขนาด 3×4 เซนติเมตร กำลัง3–9วัตต์ มอเตอร์แบบซีรีสมอเตอร์ใช้กับไฟ 220 โวลต์

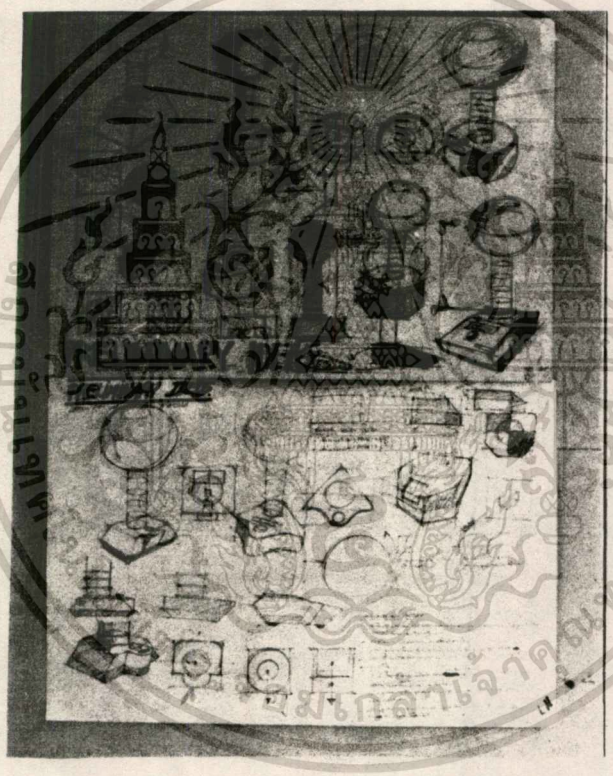
6. ลูกรอก ขนาด 1 เซนติเมตร ความยาว 2 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสมที่สุด คือ พลาสติก สำหรับรอกที่ใช้ติดกับมอเตอร์ลูกรอกที่ติดกับโลหะตัวนำทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ความยาว 2 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสมที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

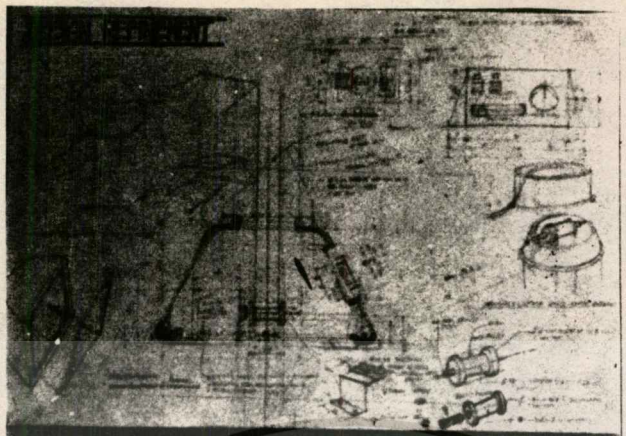
สุดคือ ไม้

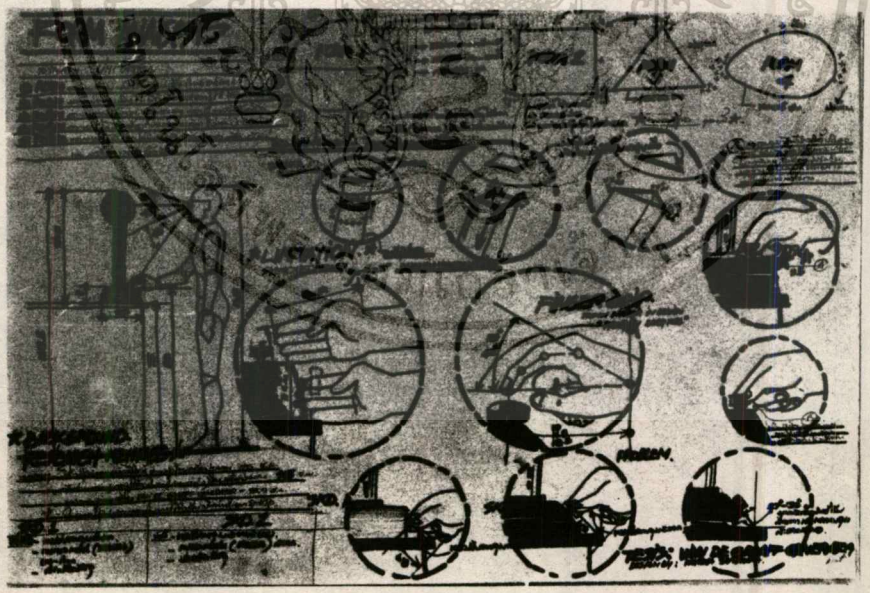
7. สายพาน ขนาด 2 เซนติเมตร ความยาว 25 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสมที่สุดคือ ยาง

5.2 <u>การออกแบบขั้นต้น</u>



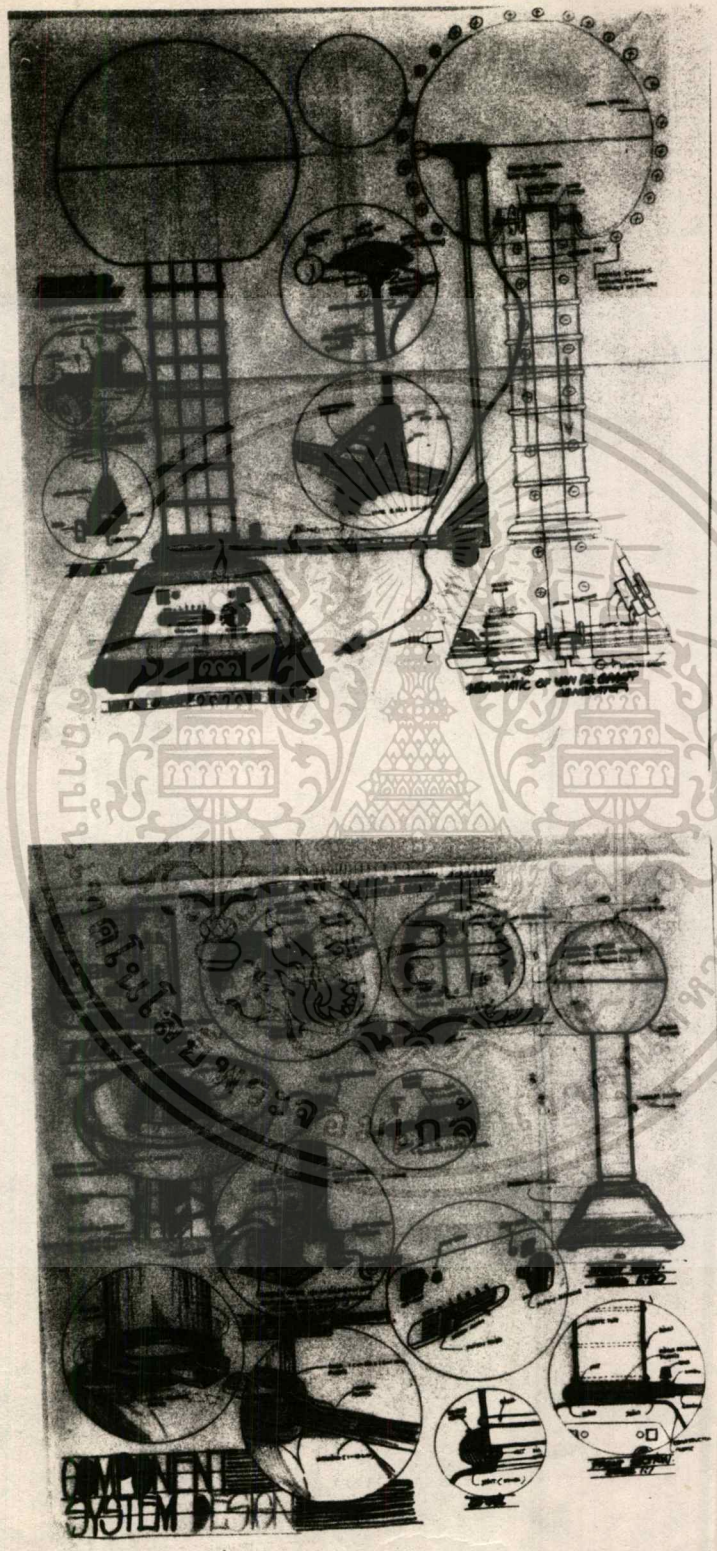
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า





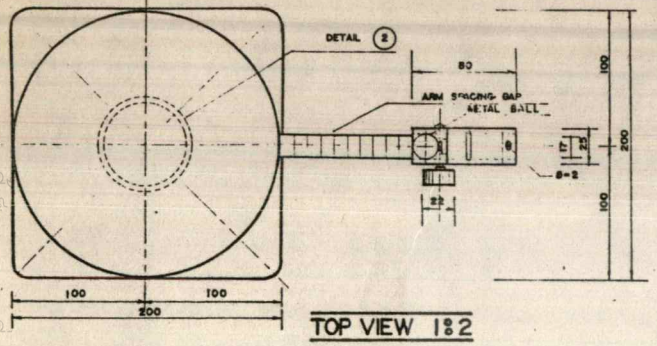
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5.3 การออกแบบขั้นสุดท้าย

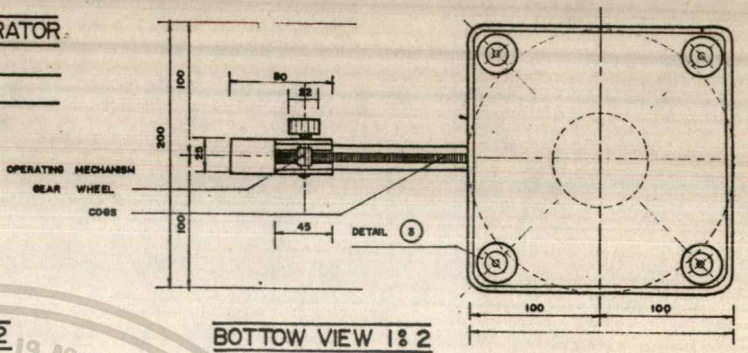


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

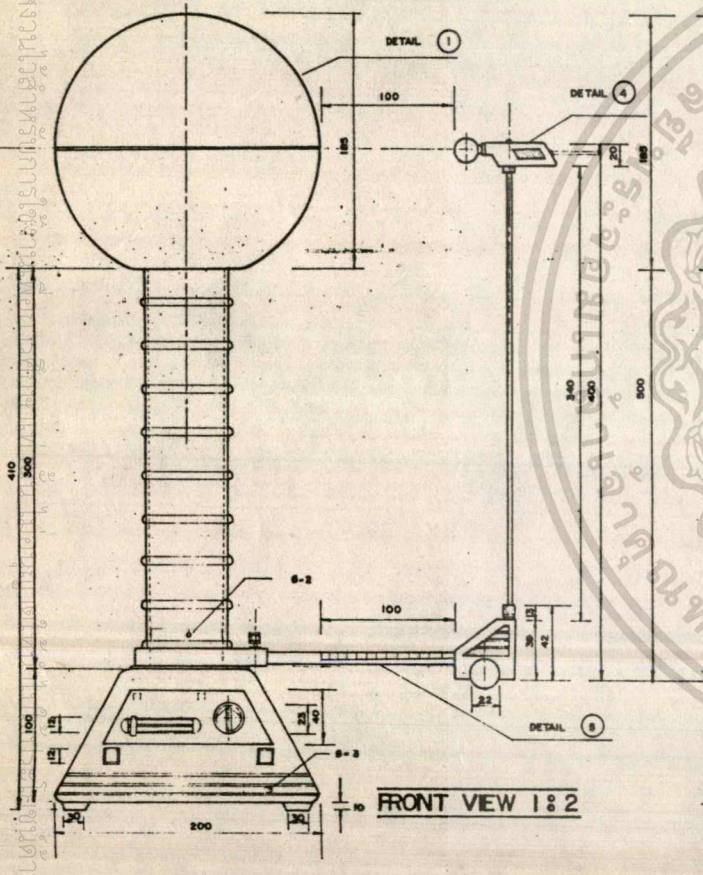
VAN DE GRAAFF GENERATOR IMPLEMENTATION WORKING DRAWING



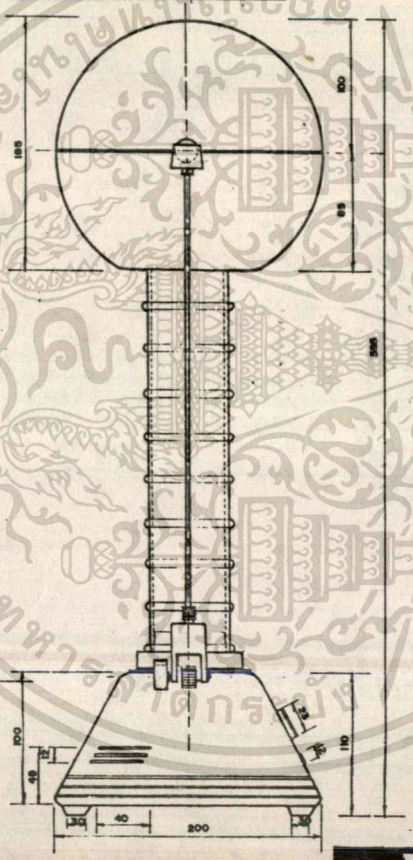
TOP VIEW 1:2



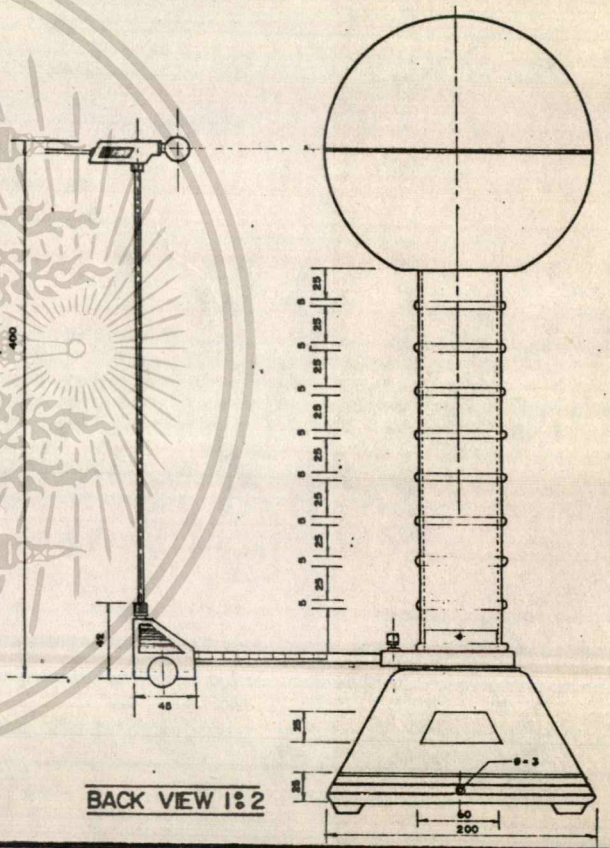
BOTTOW VIEW 1:2



FRONT VIEW 1:2

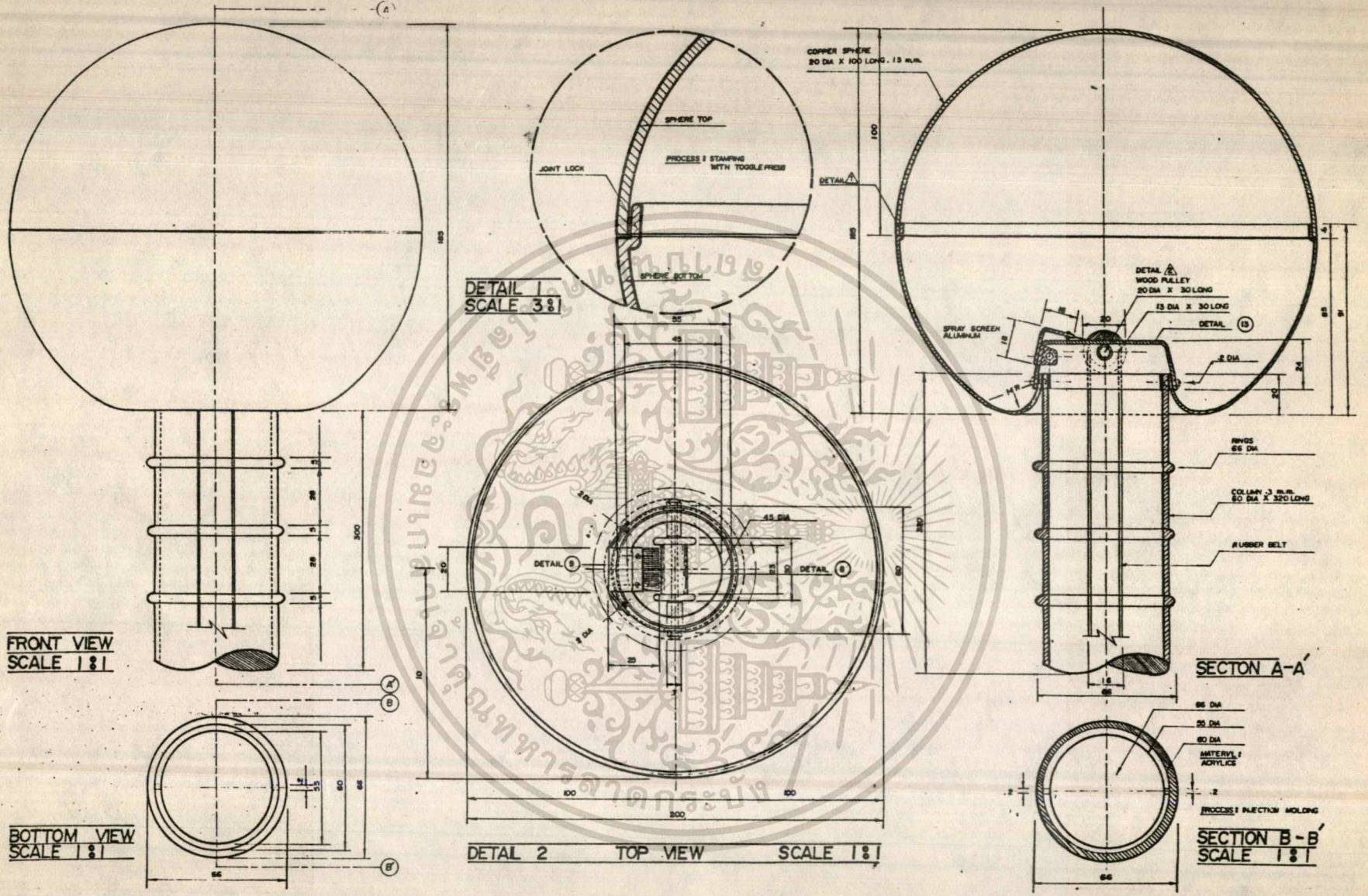


LEFT-RIGHT SIDE 1:2

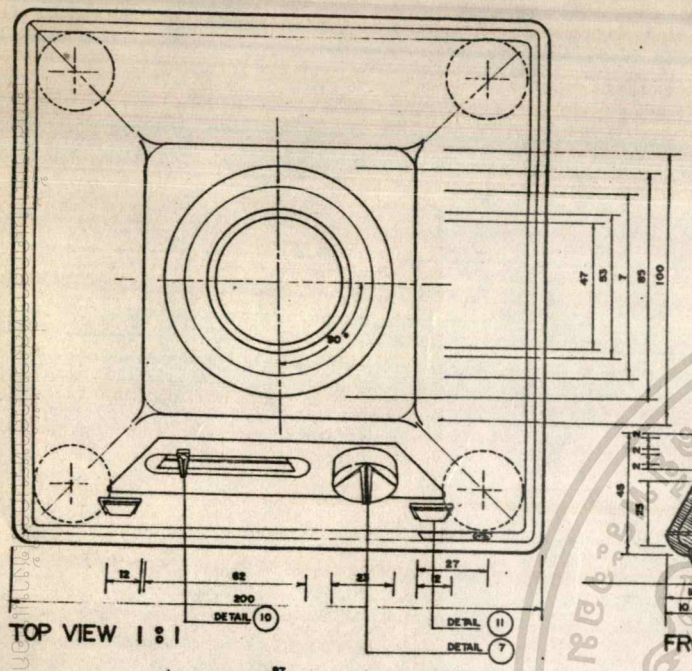


BACK VIEW 1:2

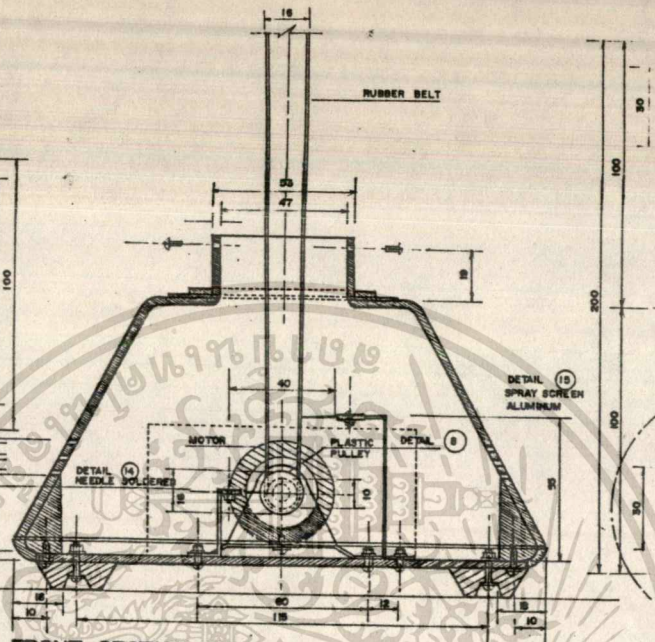
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG CAMP		
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND SCIENCE		THAILA
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN	DRAWING NUMBER	1
THESIS : VAN DE GRAAFF GENERATOR	SCALE DRAWING	1:2
NAME : Mr. PATTANA SOMPATTANA	CODE. NUMBER	230206



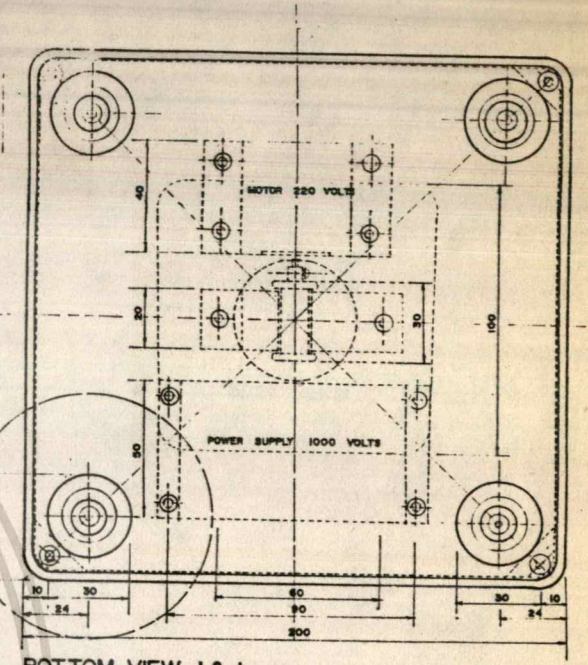
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG CAMP		
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND SCIENCE		THAILA
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN	DRAWING NUMBER	2
THESIS : VAN DE GRAAFF GENERATOR	SCALE DRAWING	1 : 1
NAME : Mr. PATTANA SOMPATTANA	CODE. NUMBER	250206



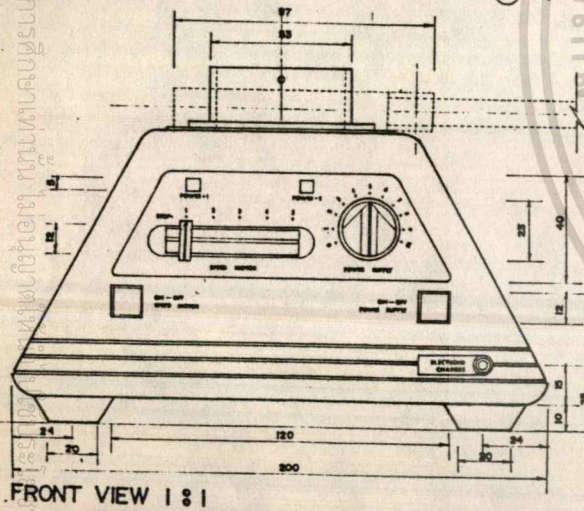
TOP VIEW 1 : 1



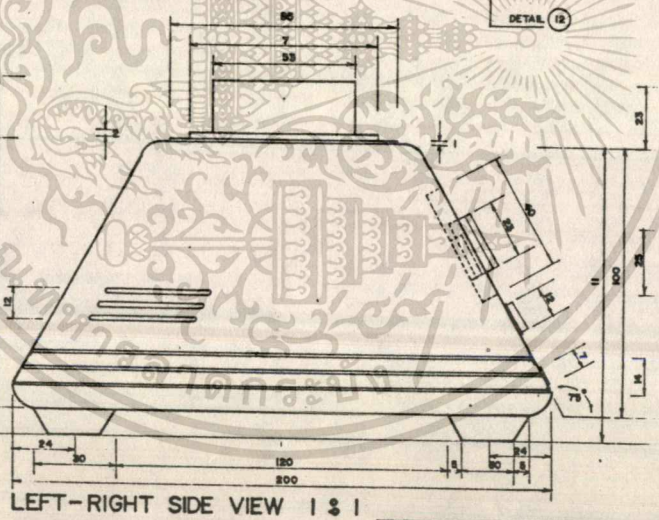
FRONT SECTION VIEW 1 : 1



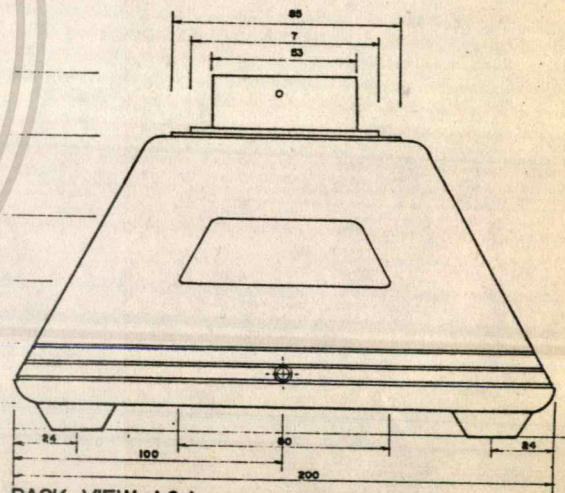
BOTTOM VIEW 1 : 1



FRONT VIEW 1 : 1



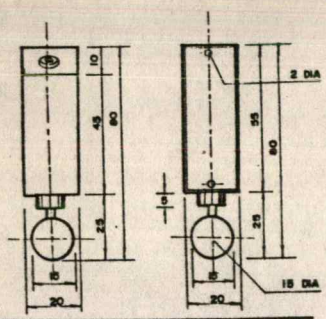
LEFT-RIGHT SIDE VIEW 1 : 1



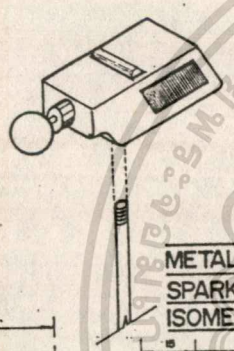
BACK VIEW 1 : 1

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG CAMP		
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND SCIENCE		THAILA
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN	DRAWING NUMBER	3
THESIS : VAN DE GRAAFF GENERATOR	SCALE DRAWING	1 : 1
NAME : Mr. PATTANA SOMPATTANA	CODE. NUMBER	230205

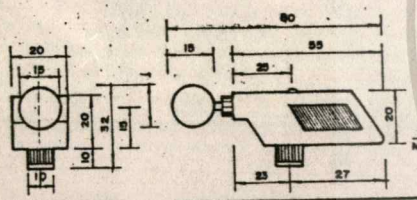
DESIGN DETAIL (4)
SPARK GAP
VAN DE GRAAFF GENERATOR



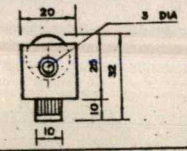
TOP VIEW SCALE 1:1 BOTTOM VIEW SCALE 1:1



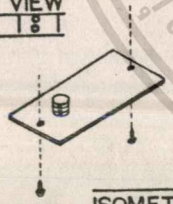
METAL BALL
SPARK GAP
ISOMETRIC 1:1



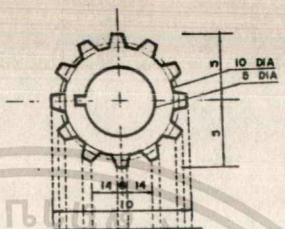
FRONT VIEW SCALE 1:1
LEFT RIGHT SIDE VIEW SCALE 1:1
SECTION VIEW SCALE 1:1



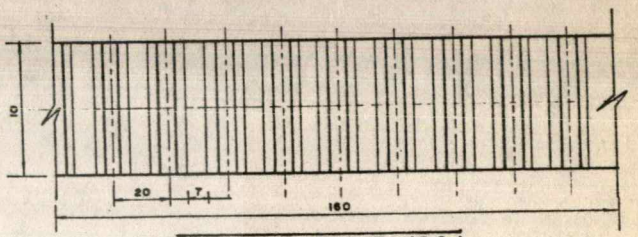
BACK VIEW SCALE 1:1



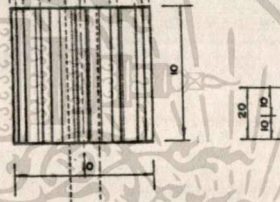
ISOMETRIC SCALE 1:1



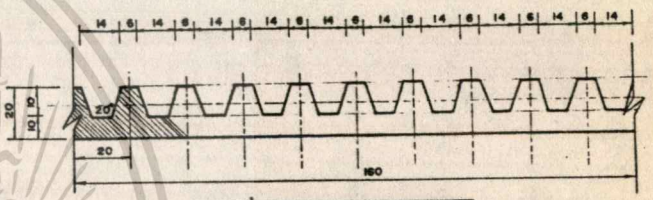
TOP VIEW 5:1



TOP VIEW SCALE 10:1

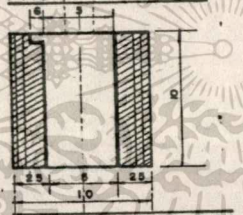


FRONT VIEW 5:1



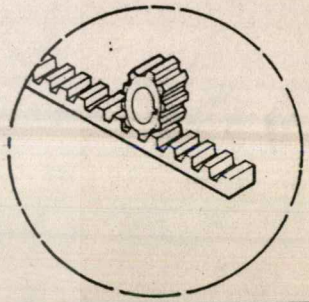
SIDE VIEW SCALE 10:1

DESIGN DETAIL (6)

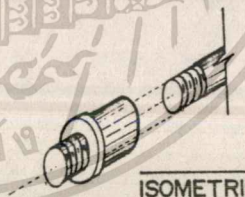


SECTION VIEW 5:1

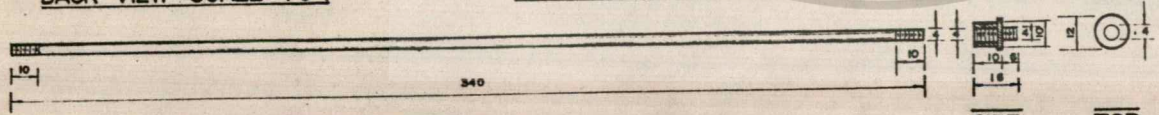
OPERATING MECHANISM



ISOMETRIC SCALE 2:1



ISOMETRIC 2:1

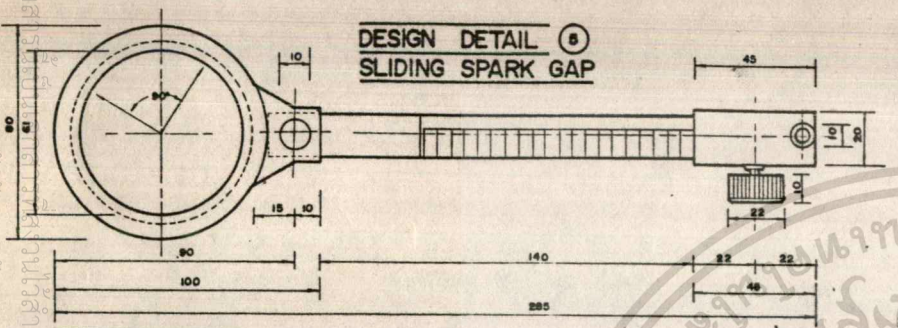


SIDE VIEW 1:1

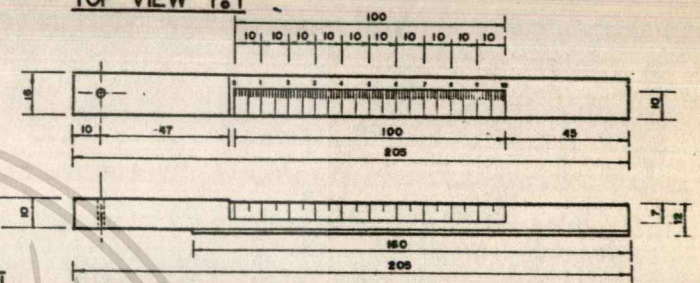
SIDE SCALE 1:1 TOP

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND SCIENCE	TH
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN	DRAWING NUMBER
THESIS : VAN DE GRAAFF GENERATOR	SCALE DRAWING
NAME : Mr. PATTANA SOMPATTANA	CODE NAME

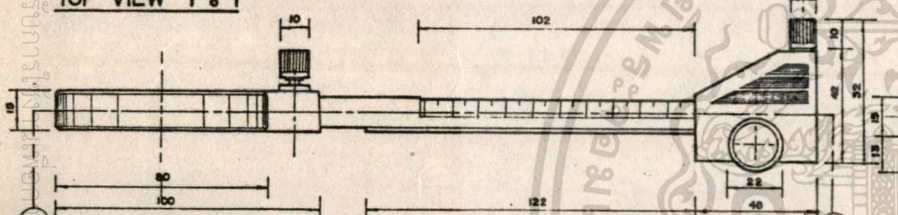
DESIGN DETAIL (5)
SLIDING SPARK GAP



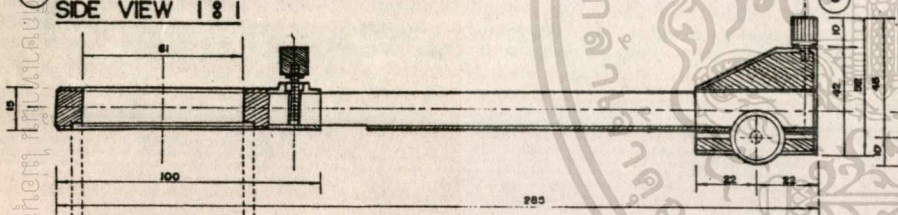
TOP VIEW 1:1



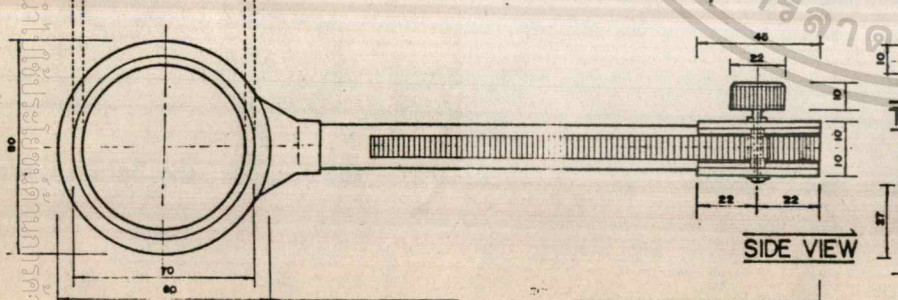
TOP VIEW 1:2



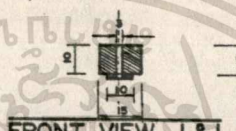
SIDE VIEW 1:2



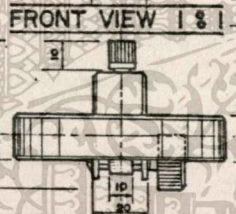
SECTION C-C'



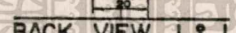
BOTTOM VIEW 1:2



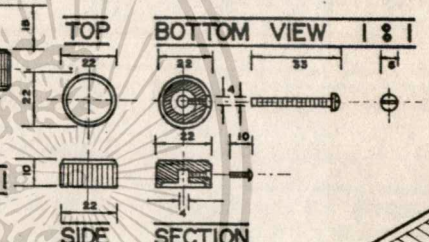
FRONT VIEW 1:2



FRONT VIEW 1:2

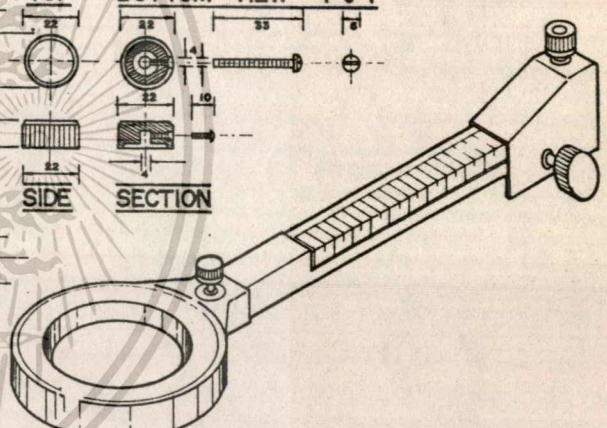


BACK VIEW 1:2

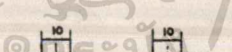


TOP BOTTOM VIEW 1:2

SIDE SECTION

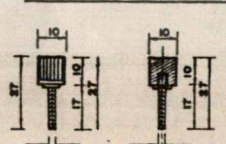


SLIDING SPARK GAP
VAN DE GRAAFF GENERATOR
ISOMETRIC SCALE 1:2



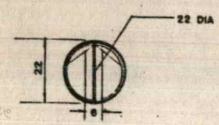
TOP VIEW BOTTOM VIEW

SIDE VIEW



SECTION VIEW 1:2

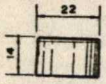
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG CAMPU		
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND SCIENCE		THAILAN
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN	DRAWING NUMBER	5
THESIS : VAN DE GRAAFF GENERATOR	SCALE DRAWING	1:1
NAME : Mr. PATTANA SOMPATTANA	CODE NUMBER	5105105



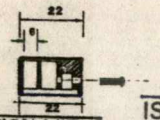
TOP VIEW

BOTTOM VIEW

DESIGN DETAIL (7)



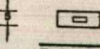
FRONT VIEW



SECTION VIEW

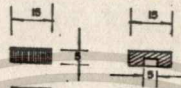
ISOMETRIC SCALE 1 : 1

TOP



BOTTOM

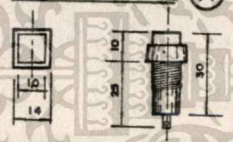
DESIGN DETAIL (10)



SIDE SECTION

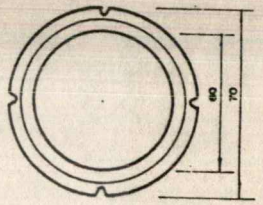
ISOMETRIC SCALE 1 : 1

DESIGN DETAIL (11)



TOP VIEW SIDE VIEW SCALE 1 : 1

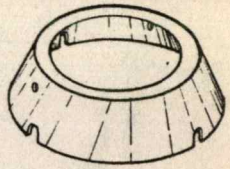
ISOMETRIC SCALE 1 : 1



TOP VIEW

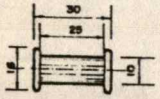
DESIGN DETAIL (13)

JELLY MOLD



ISOMETRIC SCALE 1 : 1

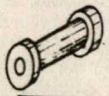
DESIGN DETAIL (8)
WOOD PULLEY-1



TOP VIEW

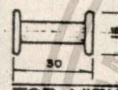
SIDE VIEW

SECTION VIEW

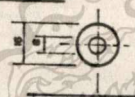


ISOMETRIC SCALE 1 : 1

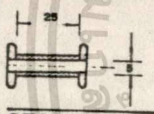
DESIGN DETAIL (8)
PLASTIC PULLEY-2



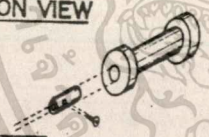
TOP VIEW



SIDE VIEW



SECTION VIEW

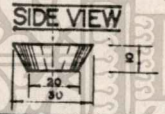


ISOMETRIC SCALE 1 : 1

DESIGN DETAIL (12)

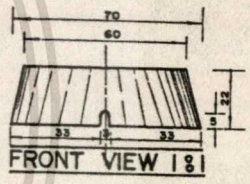
BOTTOM VIEW

ISOMETRIC SCALE 1 : 1

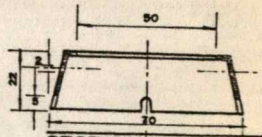


SIDE VIEW

SECTION VIEW

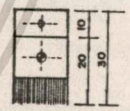


FRONT VIEW 1 : 1

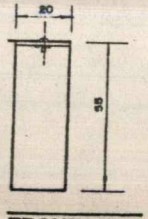


SECTION VIEW 1 : 1

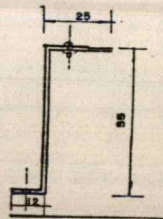
DESIGN DETAIL (14)



TOP VIEW

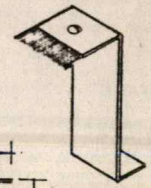


FRONT VIEW



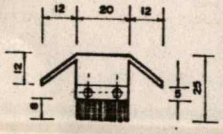
SIDE VIEW SCALE 1 : 1

SPRAY SCREEN-3

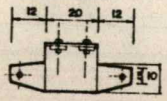


ISOMETRIC SCALE 1 : 1

DESIGN DETAIL (9)
SPRAY SCREEN-1

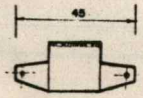


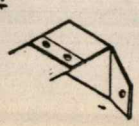
TOP VIEW



FRONT VIEW

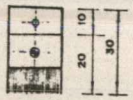
SECTION VIEW





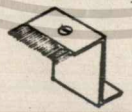
ISOMETRIC SCALE 1 : 1

DESIGN DETAIL (15)

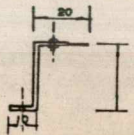


TOP VIEW 1 : 1

SPRAY SCREEN-2



ISOMETRIC SCALE 1 : 1



FRONT VIEW SIDE VIEW SCALE 1 : 1

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND SCIENCE

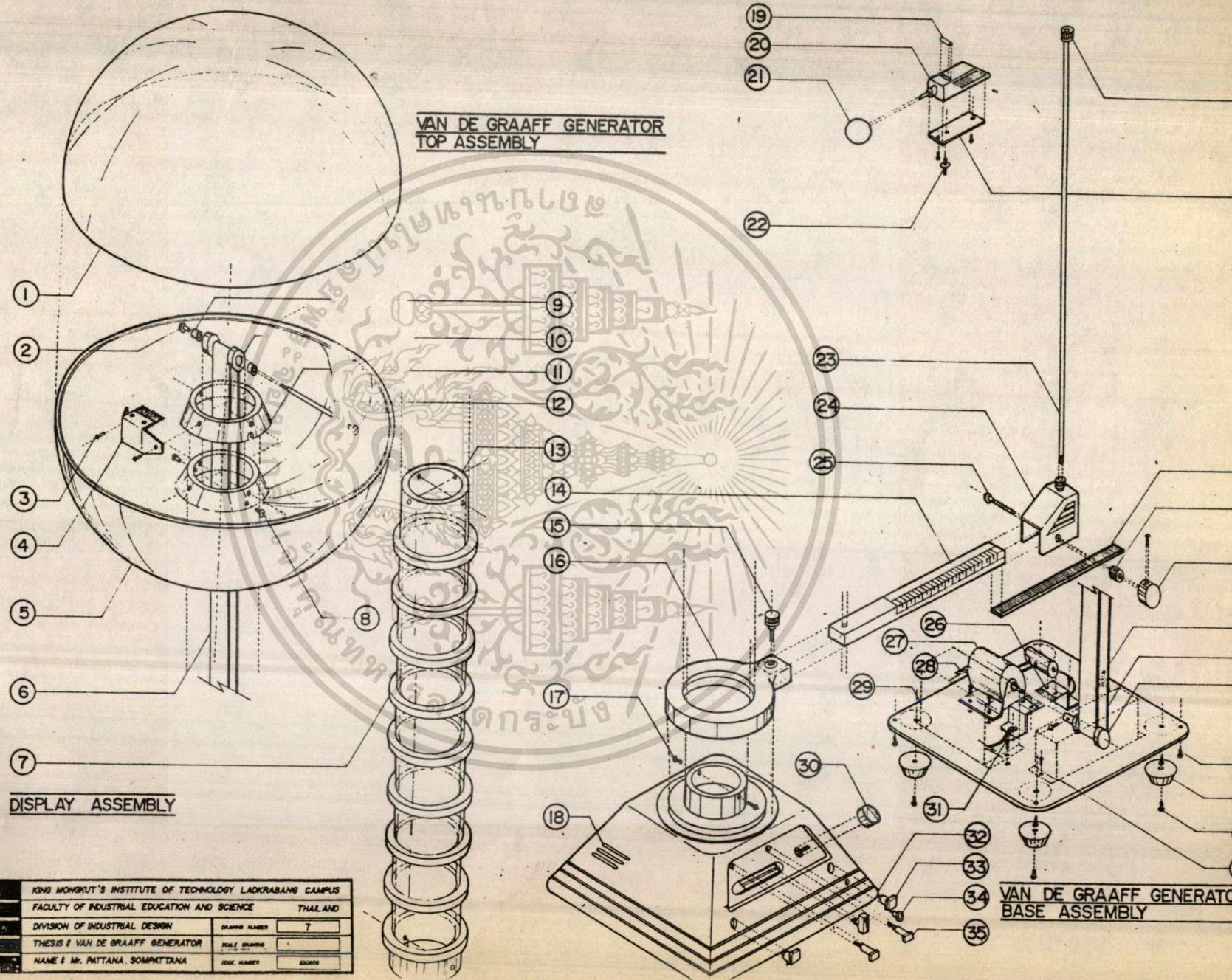
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

THESIS : VAN DE GRAAFF GENERATOR

NAME : Mr. PATTANA SOMPATTANA

DRAWING NUMBER 6

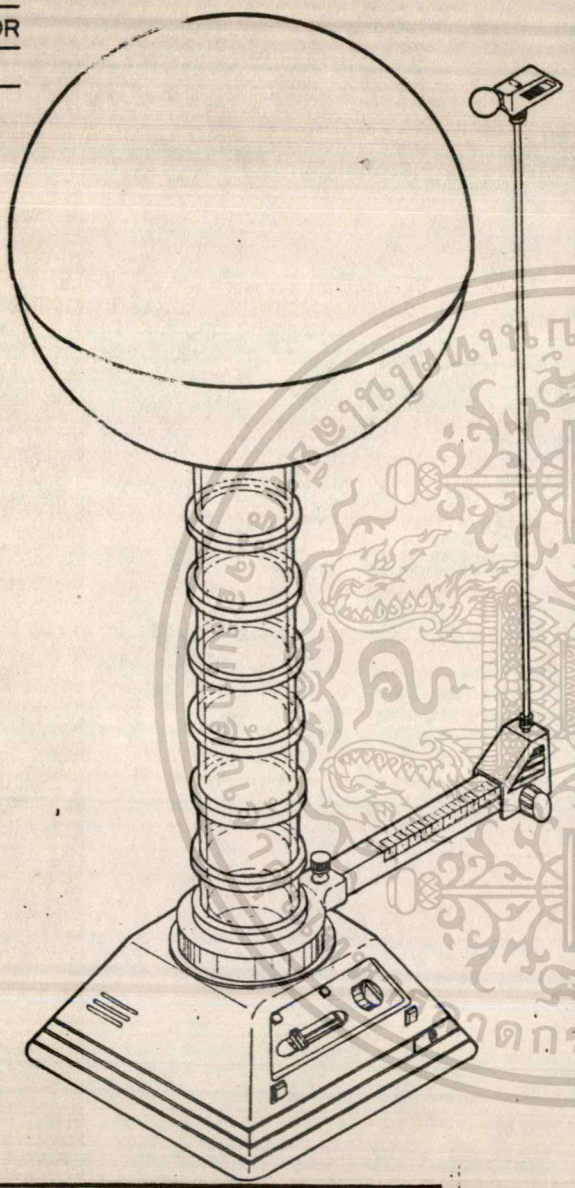
SCALE DRAWING 1 : 1



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG CAMPUS		
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND SCIENCE		THAILAND
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN	DRAWING NUMBER	7
THESIS : VAN DE GRAAFF GENERATOR	SCALE DRAWING	
NAME : Mr. PATTANA SOMPATTANA	CODE NUMBER	EDITION

VAN DE GRAAFF GENERATOR

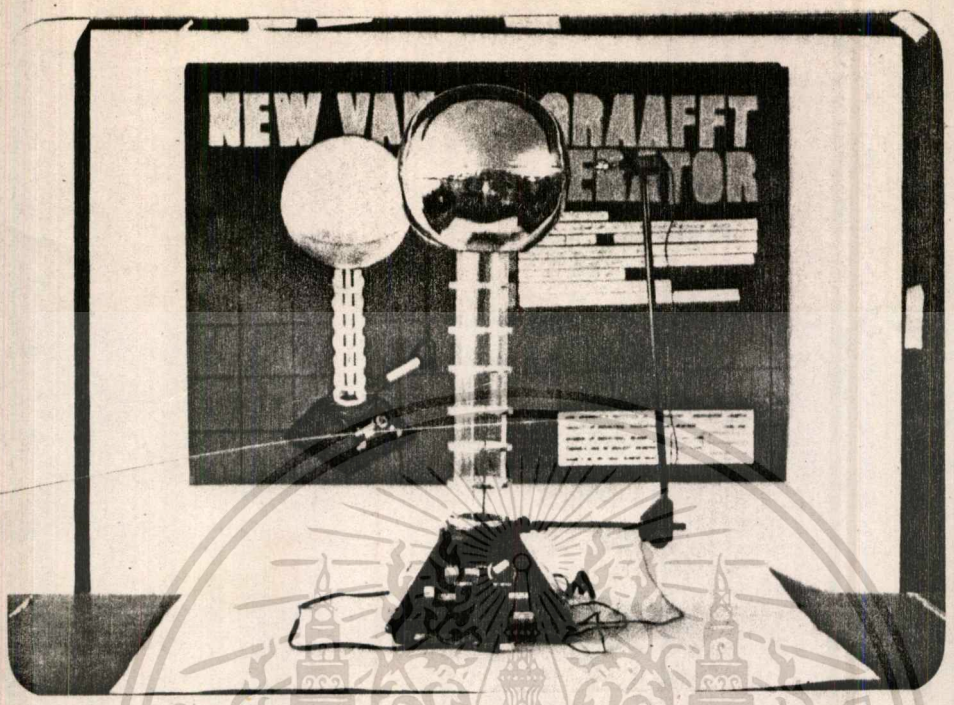
ISOMETRIC VIEW

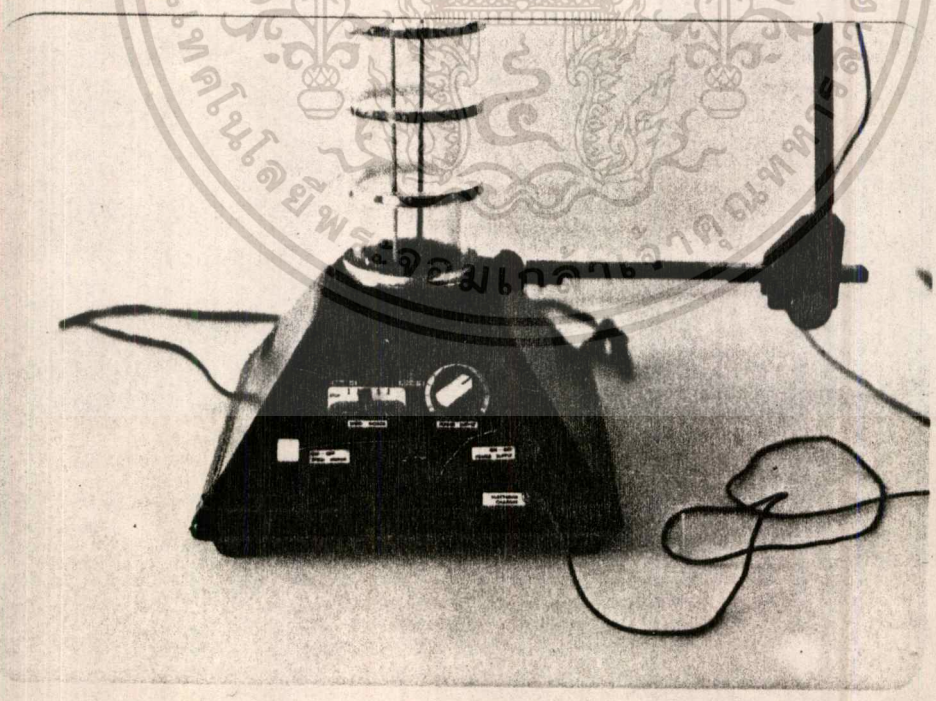


NO	NAME OF PARTS	MATERIAL	PROCESS	REMARK
1	SPHERE TOP	COPPER	STAMPING	สั่งผลิต
2	NUT	STEEL		ซื้อ
3	NUT ยึด $\frac{1}{8}$" X $\frac{3}{8}$" SPRAY SCREEN	STEEL		ซื้อ
4	SPRAY SCREEN	ALUMINUM	ตัด, ดัด, เจาะ	สั่งผลิต
5	SPHERE BOTTOM	COPPER	STAMPING	สั่งผลิต
6	RUBBER BELT	RUBBER		ซื้อ
7	RING	ALUMINUM	ตัด	สั่งผลิต
8	NUT ยึด $\frac{1}{8}$" x $\frac{1}{4}$" JELLY MOLD	STEEL		ซื้อ
9	RING	STEEL		ซื้อ
10	WOOD PULLEY	WOOD	กลึง, เจาะ	สั่งผลิต
11	JELLY MOLD	ALUMINUM	STAMPING	สั่งผลิต
12	NUT	STEEL		ซื้อ
13	INSULATING COLUMN	PLASTIC	INJECTION	ซื้อ
14	ARM SPACING GAP	PLASTIC	INJECTION	สั่งผลิต
15	บุ้ง LOCK ARM	PLASTIC		ซื้อ
16	RING ARM	PLASTIC	INJECTION	สั่งผลิต
17	NUT ยึด COLUMN	STEEL		ซื้อ
18	ช่องระบายอากาศ			
19	NEON LAMP NE-2			ซื้อ
20	SPARK GAP ELECTRON (-)	PLASTIC	INJECTION	สั่งผลิต
21	METAL BALL	STEEL		ซื้อ
22	NUT ยึดระหว่างBODY	STEEL		ซื้อ
23	ขาตั้ง	PLASTIC		ซื้อ
24	SLIDING	PLASTIC	INJECTION	สั่งผลิต
25	NUCT $\frac{1}{8}$" x $\frac{1}{2}$"	STEEL		ซื้อ
26	SPRAY SCREEN	ALUMINUM	ตัด, ดัด, เจาะ	สั่งผลิต
27	MOTOR POWER 3-9 WATT			ซื้อ
28	สายไฟ IN PUT-220 V			ซื้อ
29	POWER SUPPLY 1000 V			ซื้อ
30	บุ้มปรับ POWER SUPPLY	PLASTIC		ซื้อ
31	SPRAY SCREEN	ALUMINUM	ตัด, ดัด, เจาะ	สั่งผลิต
32	สวิทช์ปรับ MOTER	PLASTIC		ซื้อ
33	สวิทช์ ปิด-เปิด 1 ชุด			ซื้อ
34	OUT PUT ELECTRON (-)			ซื้อ
35	LAMP 220 V			ซื้อ
36	NUT	PLASTIC		ซื้อ
37	ฝาปิดด้านล่าง		ตัด	สั่งผลิต
38	COGS	COPPER	กลึง	สั่งผลิต
39	GEAR WHEEL	COPPER	กลึง	สั่งผลิต
40	บุ้มปรับ SLIDING			ซื้อ
41	พิวส์			ซื้อ
42	PLASTIC POLLEY	PLASTIC	กลึง, เจาะ	สั่งผลิต
43	SCREW ยึดฝาด้านล่าง	STEEL		ซื้อ
44	ฐานรองเครื่อง	RUBBER		ซื้อ
45	ระบบควบคุมวงจร			ซื้อ

NAME OF PARTS MATERIALS AND PROCESS
LIST FOR VAN DE GRAAFF GENERATOR

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG CAMPUS		
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND SCIENCE		THAILAND
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN	DRAWING NUMBER	8
THESIS : VAN DE GRAAFF GENERATOR	SCALE DRAWING	
NAME : Mr. PATTANA SOMPATTANA	CODE. NUMBER	130206





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยค้นคว้า และ การทดสอบงานที่ออกแบบปรับปรุงขึ้นใหม่ โดยได้วิจัยเกี่ยวกับหลักสูตรที่ใช้ในการศึกษา ความต้องการจำนวนเครื่องที่ใช้ และ การปรับปรุงการใช้งานซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยและ ข้อเสนอแนะได้ดังนี้คือ

สรุปผลการวิจัยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตแบบแวนเดอกราฟ

1. การวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตรในระดับมหาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาฟิสิกส์ นักศึกษาต้องใช้และในการปฏิบัติการทดลองเครื่องนี้จำนวน 1 เครื่องต่อนักศึกษา 15 คน (หรือ 2 เครื่องต่อนักศึกษา 30 คน)
2. ผลการออกแบบใหม่ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกว่าเครื่องเดิมดังนี้คือ
   2.1 สามารเก็บปริมาณไฟฟ้าได้ถึง 280,000 โวลต์
   2.2 การเกิดประกายไฟฟ้า ได้ระยะทาง 5–8 เซนติเมตร
   2.3 วัสดุที่นำมาใช้ทำเป็นโครงสร้างคือ ทองแดง ชุบด้วยโครเมียม เพื่อให้เกิดผิวมันเรียบ ไม่ทำให้เกิดสนิมมีผลต่อการสร้างและการเก็บประจุไฟฟ้าได้ดีกว่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซ.ม สามารถถอดประกอบได้
3. ในการออกแบบปรับปรุงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต จึงจำเป็นต้องลดหรือเพื่อมขนาดส่วนประกอบที่สำคัญต่าง ๆ เพื่อให้การทดลองมีประสิทธิภาพไม่คลาดเคลื่อน และมีคุณภาพสามารถปรับปรุงได้ใกล้เคียงกว่าอุปกรณ์เดิม
4. ในด้านลักษณะการทำงาน โดยกำหนดสัดส่วนของอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับผู้ใช้ตามมาตราฐานของคนไทย ระหว่างอายุ 18–24 ปี ซึ่งการออกแบบใหม่นี้จึงมีความเหมาะสมกับลักษณะการทำงานตามสรีระของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดีในการทำงานที่คล่องแคล่วและสะดวกในการปฏิบัติการทดลอง
5. ในการออกแบบอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและการทดลองไม่คลาดเคลื่อนนั้น ผู้วิจัยได้นำระบบกลไกอย่างง่าย ๆ มาใช้เพื่อปรับปรุงให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้งานที่ถูกต้องเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

6. ในด้านความปลอดภัยของอุปกรณ์นี้ได้ออกแบบและวิจัยด้านการป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้า เครื่องที่ออกแบบปรับปรุงใหม่นี้สามารถแก้ไขปัญหา ลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างปฏิบัติการทดลองแก่ผู้ใช้ ซึ่งถ้าหากเกิดอันตรายขึ้นแล้ว เนื่องจากความประมาท หรือเหตุสุดวิสัย ไม่ฟังคำแนะนำจากผู้มีความรู้เกี่ยวกับด้านนี้โดยตรง

7. ในด้านการออกแบบรูปทรง และสีสรรของอุปกรณ์นี้ จากผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลต่างแล้วนำมาออกแบบ ส่วนประกอบที่สำคัญบางส่วนจำเป็นต้องออกแบบให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ แต่ก็มีการออกแบบปรับปรุงให้ดีขึ้นหลายส่วนประกอบด้วยกัน ซึ่งให้มีลักษณะที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับความงาม ให้ดีกว่าอุปกรณ์เดิมอย่างมากที่เดียว ส่วนในด้านการใช้สีนั้น เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปส่วนมาก การใช้สีมาตราฐานจะได้แก่สีเทาอมน้ำเงิน, สีดำ น้ำเงิน เทา เป็นต้น ส่วนสีที่ใช้ในการเตือนอันตรายนั้นจะใช้สีแดงหรือเขียว เข้าไปช่วยในบางจุดของอุปกรณ์ เช่น จำพวกสวิทช์หรือ ปุ่มปรับต่าง ๆ เป็นต้น

8. ในด้านราคาของอุปกรณ์ที่ออกแบบใหม่นี้ จากการประมาณราคาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต เฉลี่ยประมาณเครื่องละ 2,500 บาท (ในกรณีที่ต้องผลิตเป็นจำนวนมากไม่ต่ำกว่า 30 เครื่อง) ในการออกแบบนี้จะเห็นได้ว่าผู้วิจัยได้พยายามนำวิชาการและเทคโนโลยี ทั้งวัสดุและกรรมวิธีการผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นไปได้และกำลังเป็นที่นิยมในระบบอุตสาหกรรม เพื่อให้ทันกับความเจริญก้าวหน้า ต่อไป

9. ในด้านการศึกษานั้น อุปกรณ์ที่ออกแบบปรับปรุงขึ้นมาใหม่นี้เป็นที่ต้องการมากในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา วิทยาลัยและมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วประเทศ จากการที่ผู้วิจัยได้สอบถามและสัมภาษณ์จากผู้ทรงคุณวุฒิผู้มีความรู้ในด้านนี้ ทุกท่านให้ความสนับสนุนและร่วมมือ ในการที่จะส่งเสริมอุปกรณ์ ที่ออกแบบใหม่นี้เป็นอย่างดี ซึ่งผู้วิจัยหวังอย่างยิ่งว่าจะเป็นอุปกรณ์การศึกษา ที่มีประโยชน์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ชั้นสูงในอนาคตต่อไป ให้เจริญก้าวหน้าขึ้นเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ข้อเสนอแนะในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต

1. ขนาดความเร็วของสายพานประมาณ 50 ตารางนิ้ว/วินาที (อัตราการวิ่ง) จะให้กระแสไฟฟ้าออกมา 1 ไมโครแอมแปร์

2. ศัลย์ไฟฟ้า ที่มากที่สุด ที่เกิดในโลหะทรงกรมกลวง จะมีค่า 70,000 รัศมีของโลหะทรงกรม (ให้หน่วยเป็นนิ้ว) จะได้ออกมาเป็น ศัลย์ไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นโวลต์ ตัวอย่าง เช่น โลหะทรงกรมเส้นผ่าศูนย์กลาง 12" จะให้ศัลย์ไฟฟ้าได้มากที่สุดประมาณ 420,000 โวลต์ (มีการสูญเสียเนื่องจากอากาศชื้นและสภาพอากาศรอบตัว)

3. เพื่อให้ได้รูปร่างที่สมบูรณ์ (ลักษณะทรงกลม) จะต้องมีลักษณะที่คิดกัน โดยให้มีรัศมีความโค้งให้น้อยที่สุด

4. เพื่อที่จะให้โวลต์ บนผิวโลหะวงกลม มากที่สุด เราจะต้องคำนึงถึงสัดส่วนต่อไปนี้

— โลหะทรงกลม จะต้องห่างจากส่วนที่เป็นโลหะอื่น ๆ เช่น ฐาน หรือ พื้นรองรับเป็นระยะช่วงห่างอย่างน้อย 2 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของรูปทรงกลม ในกรณีส่วนที่เป็นโลหะที่ใกล้ที่สุดนั้นมีลักษณะเป็นขอบแหลมระยะห่างระหว่างโลหะกรมกับส่วนที่เป็นฐานรองรับ จะต้องมีค่ามากกว่า 2 เท่า หรือ 3 เท่า หรือมากกว่า

5. เส้นผ่าศูนย์กลางของรู ที่เจาะไม่ควรใหญ่กว่ารัศมีของวงกลม และผิวส่วนโค้งด้านล่างจะต้องมีลักษณะผิวที่โค้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสีย ประจุไฟฟ้า

6. ในการขัดมันหรือ เคลือบเงาให้เรียบ จะมีผลหรือไม่นั้น ถ้าส่วนผิวของรูปโลหะมีรอยหรือมุมขึ้นมา ไม่เรียบ สิ่งเหล่านี้ จะลดประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนผิว

7. ฝุ่นผงที่เกาะอยู่บนทรงกลมนี้จะมีผลทำให้ประจุไฟฟ้าลดลงเหลือเพียง 40% ของจำนวนประจุสูงสุดที่ควรประจุได้ ถ้าหากฝุ่นหรือผงนี้ เคลือบอยู่บนผิวหนา เพียง 1 % ของรัศมีของวงกลม

8. โลหะทรงกลมที่ไม่ได้ ขัดเงามากหรือปราศจากผงละอองใด ๆ จะสามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้มาก 85% ของประจุสูงสุดที่ควรจะเก็บได้ แต่ถ้ามีการขัดเงาหรือ เคลือบอย่างดีแล้ว จะเพิ่มประจุไฟฟ้าขึ้นมากถึง 1%

9. รูที่. เจาะให้สายพานขึ้นนั้น มันจะไปลดค่าบรรจุ (ปริมาณประจุ) ลดลงถึง 14% ถ้าหากว่า รูมีขนาดใหญ่—เล็ก แตกต่างกัน ประจุจะมีการสูญเสีย แต่ถ้าลดรูให้มีขนาดเล็กลงมากเท่าไร ก็จะสามารถเพิ่มประจุได้มากขึ้น

10. ถ้าจะให้เกิดความเร่งหรือช้า ของประจุไฟฟ้าขึ้นอยู่กับขนาดของสายพานและความเร็วของมอเตอร์ และนอกจากนั้น แล้ววัสดุที่ใช้ทำสานพานและลูกรอกที่หมุน ก็มีส่วนทำให้เกิดประจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ได้มาก หรือน้อย จึงทำให้เกิดได้เร็วหรือช้า ต่างกัน ถ้าจะให้เกิดประจุให้เร็วที่สุด ควรจะใช้มอเตอร์ ที่มีความเร็วที่สุดแต่ไม่เกิน 100 ฟุต/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บรรณานุกรม

1. ค.ร. พฤกษ์ จาฏามร. "แม่เหล็ก – ไฟฟ้าสถิต มัธยมศึกษาตอนปลาย" กรุงเทพฯ โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์ พิมพ์ครั้งที่ 4 , 2514

2. คณะอนุกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมหาวิทยาลัย "ฟิสิกส์ เล่ม 1" กรุงเทพฯ โรงพิมพ์ที่ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอชแอน การพิมพ์ พิมพ์ครั้งที่ 1 2525

3. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี "ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมปีที่ 5 (ม.5) พิมพ์ที่โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2525

4. ชุมนุมวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย "ฟิสิกส์เล่ม 2" กรุงเทพฯ พิมพ์ครั้งที่ 1, 2513

5. ทวิส เพ็งสา รูปร่างและประโยชน์ใช้สอย" ภาควิชาศิลปสุนทรียศาสตร์ – คณะสถาปัตยกรรมวิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 2522

6. พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ "พลาสติก" กรุงเทพ โรงพิมพ์มิตรนราการพิมพ์, 2524

7. ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา , สาโรช รัตนเกียรติพงศ์ " วัสดุในงานวิศวกรรมเล่ม 1 " กรุงเทพฯ พิมพ์ที่ นำจักรการพิมพ์, 2521

8. ไชแสง ศุขะวัฒนะ "การศึกษาเรื่องการใช้สีกับอาคารโรงเรียนในประเทศไทย วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกโสตทัศนศึกษาคณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2526

9. มอเตอร์และวงจรควบคุม "แมคแคนิค" ฉบับที่ 7 ปีที่ 2 ประจำเดือน กรกฎาคม 2521

10. ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง "ข้อมูลสัดส่วนคนไทย" เล่มหนึ่ง สถาบันวิทยาศาสตร์ ประยุกต์แห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ

11. โกศล สุวรรณกุฏ "พลาสติก" ภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะมัณฑนาศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บรรณานุกรม

1. JULIVS PANERO HUMAN DIMENSION & INTERIOR SPACE WATASON-GUPTILL PUBLICATIONS NEW YORK 1979

2. JANCHAI YINGPRAYOON FUN WITH FISIX,VANDE GRAAFF GERNERATOR 1982

3. CHARLES GREEN ELECTROTATIC GENERATOR BY. HOWARD W.S. SAMS & CO.INC. INDIANAPOLIS, INPANA 46268. PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA.

4. HOME. MADE ELECTROSTATIC GENERATOR.

5. ALONSO,M., AND FINN,E.J., FUNDAMENTAL UNIVERSITY PHYSICS ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, 1967.

6. ARYA, A.P., ELEMENTARY MODERN PHYSICS, ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, 1973.

7. FREEMAN, PHYSICS, McGRAW-HILL BOOK, 2rd ed., 1968.

8. RESNICK,R., AND HALLIDAY., PHYSICS, JOHN WILEY & SONS Inc., 1968.

9. MEASUREMENT OF VOLTAGE.

To Amateur Scientists, หน้า 479-499, C.L. Stong, A FIRESIDE BOOK PUBLISHI A GULF WESTERN COMPANY Third paperback printing 196

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาคผนวก

การศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

การออกแบบจะประสบผลสำเร็จหรือจะนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องก็เพราะการได้เลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ในด้านของคุณภาพและคุณสมบัติที่ดีเข้ามาประกอบการออกแบบด้วย

ดังนั้นคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุจึงมีความสำคัญมากที่จะต้องทำการศึกษาถึงรายละเอียดข้อดี – ข้อเสีย ให้อย่างถูกต้องและนำมาทำการเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดอื่น ๆ ตามลักษณะที่ใกล้เคียงกันหรือมีจุดเด่นดีในด้านใดบ้าง เพื่อให้การออกแบบผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใช้งานนั้น สามารถใช้งานได้ดีที่สุด.

พลาสติก (Plastic)

พลาสติก คือ สารสังเคราะห์ (Synthetic Materials) ที่มนุษย์ทำขึ้นมา ประกอบด้วยธาตุออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ตามส่วนมากน้อยขึ้นอยู่กับประเภทของพลาสติก

สมาคมวิศวกรพลาสติก (SPE) และสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก (SPT) แห่งสหรัฐอเมริกา ได้ให้คำจำกัดความของพลาสติก ไว้ดังนี้ "พลาสติก" คือ วัสดุที่ประกอบด้วยสารหลายอย่าง มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ลักษณะอ่อนตัวขณะทำการผลิต ซึ่งโดยมากใช้กรรมวิธีการผลิตด้วยความร้อนหรือแรงอัด หรือทั้งสองอย่าง "

คุณสมบัติของพลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติดีเด่นกว่าวัสดุอื่นได้เกือบทั้งหมด เช่น

- แข็ง
- อ่อนนุ่ม
- ยืดตัว
- เหนียวทนทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- ไม่
- มีกลิ่น
- เบา
- ลอยน้ำได้
- ทนความร้อน
- ทนสารเคมี
- เป็นฉนวนไฟฟ้า
- กันน้ำ
- ไม่ติดง่าย
- ไม่อ่อนในตัว
- ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้
- ฯลฯ

พลาสติกมีคุณสมบัติทางโครงสร้างพิเศษ คือ ในหนึ่งโมเลกุลมีจำนวนอะตอมมากกว่าสารชนิดอื่น ๆ มากมาย ซึ่งทำให้มีคุณสมบัติเหล่านี้พร้อมกันไป คือ .-

คุณสมบัติทางกายภาพ มีความแข็งแรงเหนียว ยืดหยุ่น ฯลฯ

คุณสมบัติทางไฟฟ้า เป็นฉนวนไฟฟ้า

คุณสมบัติทางเคมี ทนกรด ด่าง และสารเคมีอื่น ๆ

ลักษณะวัตถุดิบพลาสติกที่ใช้ผลิต.-

- ผง (Powder)
- เม็ด (Pellet & Orameles)
- เหลว (Liquid)

ประเภทของพลาสติก

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ.-

1. เทอร์โมเซทติ้ง (Thermosettings)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics)

1. เทอร์โมเซทติ้งที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไป ได้แก่ .-

1.1 ยามีโน

1.2 อีพอกซี

1.3 ฟีโนลิค

1.4 โปลีเอสเตอร์

1.5 ซิลิโคน

1.6 ยูเรเทน

1.7 แอลคิด

2. เทอร์โมพลาสติกที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไป ได้แก่.-

2.1 อาเซทอล

2.2 อาคริลิค

2.3 ฟลูออโรคาร์บอน

2.4 โปลิยาไมด์

2.5 เปรีโยเลฟิน

2.6 โปลิสโตรีน

2.7 ไวนีล

2.8 เซลลูโลซิค

2.9 โปรีคาร์บอเนต

2.10 เอ.บี.เอส.

เทอร์โมเซทติ้ง (1)

---

(1)จากเอกสารรายงาน เรื่อง "วัสดุและวิธีการ" ของนายปริญญา สังข์กลาง ฝถ. 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เทอร์โมเซตติ้ง พลาสติก คือ พลาสติกที่มีรูปร่างถาวร เมื่อผ่านการผลิตโดยใช้ความร้อน (Heat) และความดัน (Pressure) จะนำกลับไปหลอมละลายอีกไม่ได้ เปรียบเทียบเสมือนไข่เมื่อนำไปต้มสุกแล้วจะทำให้เหลว เหมือนเดิมอีกไม่ได้

เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics)

เทอร์โมพลาสติก คือ พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกหลังจากนำไปผ่านกระบวนการแล้ว เปรียบเสมือนน้ำเมื่อนำไปทำเป็นน้ำแข็ง เมื่อถูกความร้อนก็จะละลายเป็นน้ำได้อีกและน้ำนี้ก็สามารถกลับไปทำน้ำแข็งได้อีก ไม่มีวันสิ้นสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เทอร์โมพลาสติก

ชนิด	ทนความร้อน	คุณสมบัติ	การใช้งาน
เซลลูโลซิก	115°– 220°	รับแรงยัดแรงดึงได้ดี แข็ง ให้สีสวยงาม เป็นฉนวนไฟดี ทนต่อความร้อนสูงได้	ใช้ทำกรอบแว่นตา พวงมาลัยรถยนต์ ด้ามหวี ด้ามแปรง
อาคริลิค	140°– 150°	มีความชัดใส เหมือนกระจก แตกง่าย มีแนวโน้มเปลี่ยนเป็นรูปเดิมได้เมื่อให้ความร้อนอีก	ใช้ทำกระจกเครื่องบิน ทำป้าย ทำเลนส์ติดตา
โพลีเอไมด์	175°– 400°	แข็งแรง ทนแรงดึงได้ดี ทนความร้อนได้สูง	พรมไนล่อน ถุงเท้า เสื้อผ้าต่าง ๆ
โพลีเอทีลีน	180°– 250°	น้ำหนักเบา เมื่อเป็นแผ่นสามารถหายใจผ่านได้ ต่ำ เปลี่ยนเป็นรูปเดิมได้ง่าย	ทำดอกไม้พลาสติก ของเล่นต่าง ๆ กล่องต่าง กระเบื้องปูพื้น ของเล่น เสื้อผ้า
ไวนิล	140°– 250°	แข็งแต่เปราะ เป็นฉนวนดี	ใช้ทำกระเบื้องบุผนัง เครื่องไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เทอร์โมเซทติ้ง

ชนิด	ทนความร้อน	คุณสมบัติ	การใช้งาน
ฟีโนลิค	120°– 300°	แข็งแรง เป็นฉนวนที่ดี	ทำด้ามจับแบบหล่อ
คาเซอีน	–	แข็ง ดูดน้ำได้	ทำภาชนะใส่อาหาร
อีพอกซี	76°– 230°	เป็นตัวเชื่อมที่ดี	ใช้ในงานเชื่อม
อามีโน	170°– 270°	แข็งมาก เป็นตัวฉนวนไค้ดีที่สุด	ใช้ทำภาชนะใส่อาหาร
โปลีเอสเตอร์	250°	แข็ง เป็นตัวเชื่อมและทำไฟเบอร์กลาส	ใช้ผสมสี เช่น สีพลาสติก ผสมในเนื้อมนิล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ลักษณะทางกายภาพ
ของ ACRYLIC–STYRENE COPOLYMER

กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Compression, Electrostatic, Powder
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300—450
ความหดตัวหลังการผลิต	0.002 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.08—1.16
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	25.6—23.8
ทนแรงดึง	9,000—11,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	11,000—15,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.35—0.5
ความแข็ง	M 70—M 85
ทนความร้อนโดยปกติ	180—200°ฟ
ความดูดซึมน้ำ (24 ช.ม.)	0.2%
อัตราการเผาไหม้	ช้า
ทนกรด	ดี (ไม่ทนต่อกรด Oxidizing Acids ชนิดเข้มข้น)
ทนด่าง	ดีมาก
ทนสารละลาย	ดี (ละลายใน Ketones, Esters บางชนิด Aromatic และ Chlorintated Hydro carbons)
ทนแสงแดด	ดีมาก
ความใส (Transparency)	ใสมาก (บางชนิดใสน้อย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

<u>อะคิลิก</u> (ACRYLICS) หรือ POLYMETHYLMETHACRYLATE
และรู้จักกันดีในชื่อการค้าว่า เพลกซิกลาส (Plexiglas) ลูไซท์ (LUCITE)
โพลีกลาส (POLYGLAS) ฯลฯ อะคิลิกถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมใน ส.ร.อ. ในปี
ค.ศ. 1936 ซึ่งไม่มีการนำไปผสมกับพลาสติกชนิดอื่นเช่น สไตรีน (STYRENE)
พีวีซี (P.V.C.) ทำให้เกิดพลาสติกชนิดใหม่เช่น METHYI METHACRYLATE STYRENE เป็นต้น

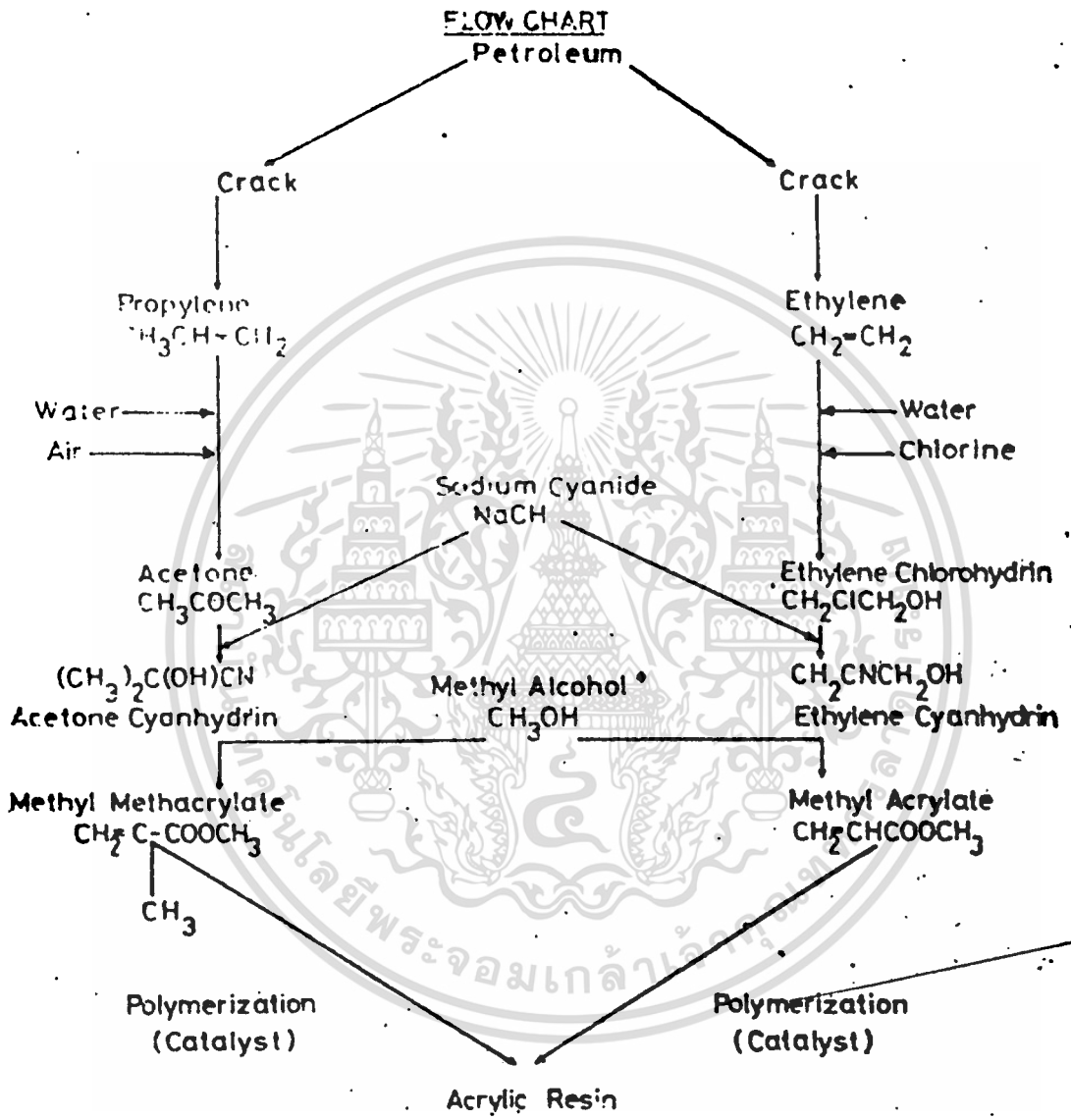
<u>คุณสมบัติ</u> เป็นพลาสติกที่ใสที่สุดชนิดหนึ่งแข็งแรงและสมควรทนแสงอุลตราไวโอเลตได้ดี เป็น
ฉนวนไฟฟ้าได้ดีมาก ทนสารเคมีได้พอสมควร ไม่ควรให้ถูกน้ำมันเบนซิน , อาซีโทน ,
คลอโรฟอร์ม , สเปรย์น้ำหอม และพวกกรดอากซ์ไดริ่งชนิดเข้มข้น และสามารถทำเป็นสีต่าง ๆได้
มีทั้งชนิดใสฝ้าและทึบแสงแต่ เป็นรอยขีดข่วนได้ง่าย การจับต้องจะรู้สึกอุ่นและสบายมือ

<u>การใช้ประโยชน์</u> นิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา โคม
หลังคา กระจกแว่นตา เลนส์ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ ถาดและถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส
เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

TYPES OF PLASTICS

FLOW CHART



*Note: By substituting other alcohols at this point, other esters of acrylic acid and methacrylic acid are obtainable. Varying the relative amounts of these esters and control of polymerization conditions yields resins varying from tacky liquids to hard solids

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

๑. การหล่อพลาสติก : PLASTIC MOLDINGS

พลาสติกเป็นสารทั้งสังเคราะห์และอนินทรีย์ การขึ้นรูปอาจทำได้หลายวิธี เช่น การหล่อ (MOLDING) ขึ้นรูปโดยกำลังอัด หรือการหล่อแบบอาศัยแรงดึงดูด (CASTING) หรือการขึ้นรูปโดยกำลังอัด (EXTRUDING) ซึ่งกระบวนการทั้งหมดอาศัยความร้อนเป็นตัวช่วยทุกวิธี พลาสติกบางชนิดอาจทำให้เป็นชิ้นได้บางมาก เป็นฟองน้ำ หรือเป็นสารเคลือบผิว COATING LAMINATES หรือทำเป็นเส้นใยเพื่อทำการทอ วัตถุดิบจากธรรมชาติที่เป็นรากฐานของพลาสติกนั้น ส่วนใหญ่ได้มาจากน้ำมันและพืชบางชนิด การเจริญเติบโตและความก้าวหน้าของพลาสติกนั้นเป็นผลมาจาก การค้นคว้าและวิเคราะห์กระบวนการเคมีเป็นส่วนใหญ่

การขึ้นรูปพลาสติกทำได้เกือบจะทุกรูปไม่ว่ายากหรือง่าย แต่ก็ราคาถูกอย่างไม่น่าเชื่อ และวิธีการขึ้นรูปอาจทำได้จากทำได้จากแบบทุกชนิด ไม่ว่าไม้ แก้ว หรือโลหะ งานซึ่งขึ้นรูปแล้วจะมีผิวที่เรียบนุ่มนวล น้ำหนักเบา มีผลต่อการทำลายผิวฟื้นน้อย แต่ทั้งหมดก็ขึ้นอยู่กับความเรียบร้อยของผิวแบบหล่อด้วย การเป็นสื่อไฟฟ้าก็น้อย ต่อปฏิกริยาเคมี PLASTIC บางตัวจะไม่มีผลเลย รวมถึงความสามารถที่จะทำให้ใสหรือมัว และทำสีก็อยู่ในขอบเขตที่ไม่จำกัดเลย ความประหยัดของแบบหล่อโลหะนั้นก็ทำงานได้กว่าจำนวนนับพันครั้ง แต่ในขณะเดียวกัน PLASTIC บางตัวก็ให้ผลด้านความแข็งแรงและมั่นคงน้อย (LOW STRENGHT AND RIGIDITY) ความทนทานความร้อนต่ำ หรือแม้บางครั้งก็รักษาขนาดของตัวมันเองได้เลวมากด้วย แต่บางครั้งและบางชนิดการผลิตในอุณหภูมิห้องกลับให้ความแข็งแรงและมั่นคงมากกว่าด้วยซ้ำไป ซึ่งบางครั้งมากเป็น ๕–๑๐ เท่าของโลหะ ราคาต้นทุนของพลาสติกอาจสูง แต่ราคาการผลิตกลับต่ำ ในขณะที่วัสดุอื่นราคาผันผวนในการผลิตสูงขึ้นตลอดเวลา

๒. ชนิดของพลาสติก : PLASTIC MATERIALS

พลาสติกอาจแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่ ได้เป็น

- พลาสติกเปลี่ยนรูป (THERMOPLASTICS)
- พลาสติกคงรูป (THERMOSETING)

พลาสติกเปลี่ยนรูป (THERMOPLASTICS) เมื่อนำพลาสติกกลุ่มนี้ไปขึ้นรูปหรือหล่อ คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพไม่เปลี่ยนแปลงและจะแข็งตัวในอุณหภูมิห้อง การให้ความร้อนเพื่อกระบวนการหล่อเล็กน้อยจะเหลว และนำมาทำการผลิตได้ใหม่อีกหลายครั้ง ๆ

พลาสติกคงรูป (THERMOSETING OR THERMOSETS PLASTICS) ในทางตรงกันข้าม เมื่อนำพลาสติกกลุ่มนี้ไปเป็นกระบวนการผลิต โครงสร้างทางเคมีจะเปลี่ยนไปโดยความร้อน และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่คงรูปตลอดไป นำมาผลิตใหม่อีกไม่ได้ แม้ว่าจะโดยวิธีการใดใดก็ตาม พลาสติกกลุ่มนี้ไม่สามารถทำการผลิตโดยวิธีอัดขึ้นรูป (EXTRUDED)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

๓. การหล่อ : โดยทั่วไป THERMOPLASTICS ส่วนใหญ่หล่อโดยวิธี อัดเข้าแบบ (กระทุ้ง)(INJECTION MOLDING) และ THERMOSETS ก็ทำการขึ้นรูปโดยวิธีกดอัด (COMPRESSION MOLDING)

แบบหล่อของวิธี INJECTION MOLDING นั้น ก็คล้ายกับการทำแบบหล่อโลหะ เครื่องหล่อหรืออัดพลาสติกนั้นจะมีกะบะกรวยเพื่อที่จะใส่ผงพลาสติก อาจจะเป็นแบบเกล็ดลงไปยังเครื่องรีดและอัดกระทุ้งในแบบ INJECT เครื่องกระทุ้ง (RAM) จะกระทุ้งพลาสติกแบบผงหรือเม็ดเข้าไป แกนกระทุ้งจะอัดวัสดุผ่านลูกสูบซึ่งเป็นตัวทำความร้อนเพื่อให้วัสดุละลายเหลวแล้วจะผ่านรูรีดเข้าไปยังแบบหล่อ เมื่อพลาสติกอัดในแบบหล่อแล้วรอให้เย็นและแข็งตัวแล้ว ก็แยกโมลด์ (แบบหล่อ) ครึ่งซีกและแยกงานออกมาเป็นเสร็จสำหรับหล่อชิ้นหนึ่ง ๆ ความเร็วของการใช้เครื่องอัดแบบหล่อประมาณ ๓๐๐–๔๐๐ ชิ้นต่อชั่วโมง แต่แบบหล่อแต่ละชิ้นการทำต้นแบบหล่อราคาสูงมาก ฉนั้นในแบบแต่ละชิ้นควรจะมีระยะการผลิตซึ่งยาวพอสมควร แบบหล่อนั้นอาจแก้ไขให้ราคาต่ำลงได้โดยการทำให้แบบหล่อมีผนังบางลงไปก็ได้ หรือถ้าเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ และมีจำนวนไม่มากก็อาจใช้วิธีเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโพรงหล่อ (CAVITY) ได้แต่ แบบหล่อแบบนี้จะต้องมีการทำความสะอาดอย่างดีรวมถึงต้องมีผิวที่เรียบ โดยการขัดอย่างละเอียดเมื่อต้องการทำงานและต้องมีผิวมันด้วย

แบบหล่อโดยการอัด (COMPRESSION MOLDED) ดังรูปที่ ๑ แบบหล่อจะต้องมีตัวทำความร้อน ส่วนผสมของพลาสติก THERMOSETTING จะเทลงบนแบบหล่อตัวเปิด (ตัวเมีย) แบบตัวผู้จะกดลงในแบบตัวเมีย เมื่อพลาสติกเหลวที่จุดหนึ่งตามคุณสมบัติเพื่อให้แบบรูปร่างภายในตามแบบหล่อนั้น ๆ สภาพทางเคมีของวัสดุจะถูกเปลี่ยนไปตามรูปหรือเย็นจัดการเกาะตัวของโมเลกุล ๑–๒ ตัว และจัดระบบใหม่มีการขยายตัวโตขึ้น (POLYMERIZATION) แล้วจะทำให้เกิดการแข็งตัว การให้ความร้อนจะใช้เวลา ๓๐–๑๓๕ วินาที งานที่ใหญ่และแง่มุมมากใช้วิธีนี้ได้ผลดีมาก งานจำนวนมากชิ้นจะถูกลงถ้าทำงานโดยวิธีนี้

ส่วนประกอบที่เป็น THER OSETTING พลาสติกอาจใช้วิธีหล่อแบบ TRANSFER MOLDING ช่องรับวัสดุจะรับวัสดุและให้ความร้อน ตัวอัดจะอัดวัสดุที่เหลวลงไปยังแบบตัวเมียซึ่งเย็นอยู่ข้างล่าง เป็นวิธีการซึ่งดัดแปลงจากแบบ INJECTION OLDING เพื่อใช้กับTHERMOSETING MATERIAL แต่ PROEESS นี้ไม่ค่อยจะทำกันนัก เพราะจำนวนที่ผลิตน้อยราคาก็สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Rubber

ยางเป็นวัสดุทางช่างที่สำคัญอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความสามารถของมันในอันที่จะอมพลังงานยืดหยุ่นไว้ได้มาก เช่น เวลาเรายืดมันออกมาแล้วปล่อยกลับไป มันจะคืนกลับอยู่ในสภาพเดิมไม่เปลี่ยนแปลง

คุณสมบัติต่าง ๆ ของยาง เรารู้จักกันมานานนับศตวรรษแล้ว แต่ไม่ค่อยได้ใช้กันแพร่หลายนัก เพิ่งจะมาเริ่มใช้กันเมื่อมีการค้นพบวิธี "Vulcanization" โดย Charles Goodyear ใน ค.ศ. 1839 กรรมวิธีนี้คือเติม Sulfer และ basic lead carbonate ลงไปในยางธรรมชาติแล้วเผาให้ผสมกันดี ซึ่งจะไปเปลี่ยนคุณสมบัติต่าง ๆ ให้ดีขึ้นใช้ได้ในทุกบรรยากาศ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1839 นี้ ได้มีการค้นคว้าเกี่ยวกับ basic chemistry of rubber และปรับปรุงวิธีการ "Vulcanization" กันอย่างจริงจัง จนปรากฏว่า วิธีการดังกล่าวจะช่วยเพิ่ม Tensile strength, tear resistance, heat resistance และ aging resistance เป็นต้น

Classifications

เราแบ่งวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นยางที่สำคัญ ๆ ออกเป็น ๓ พวก คือ

1. Natural rubber ยางธรรมชาติได้มาจากต้นไม้หลายชนิดที่สำคัญได้แก่ยางพารา ที่มีมากในมาเลเซีย และไทย นอกจากนี้ก็มีพวก goldenrod, Russian dandelion, milkweed, vines และอื่น ๆ แม้ว่าเราจะรู้คุณสมบัติทางเคมีบางอย่าง แต่ chemical structure ของมันเรายังไม่ค่อยรู้นัก

2. Synthetic ยางสังเคราะห์ หรือ American-made, rubber พวกนี้มีคุณสมบัติต่าง ๆ เหมือนกับยางธรรมชาติ แต่โครงสร้างและส่วนประกอบไม่เหมือนกับยางธรรมชาติ พวกนี้ในตลาดการค้ามีชื่อเรียกต่าง ๆกัน เช่น Buna N or S, Neoprene, Perbunan, Thiokol, Polyisobutylene, Hycar และ Butyl เป็นต้น

3. Rubberlike plastics หรือ Plastic elastomer เป็นวัสดุหรือพลาสติกที่มีคุณสมบัติเหมือนยาง คุณสมบัติทาง physics คล้ายยาง แต่ส่วนผสมทางเคมีผิดไปจากยางธรรมชาติมาก พวกนี้ได้แก่ silicon rubber คล้ายดินเหนียว เวลาโยนถูกฝืนกระดอนขึ้นมาได้ พวก Plasticized polyvinyls, polyethylene, Flexible polyesters, ethyl cellulose และ rubber phenolics ก็จัดอยู่ในพวกนี้ทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

FIBER GLASS

Fiber Glass หรือ Reinforce Plastic คือการนำพวกใยแก้วมาเสริมกำลังให้กับพวกพลาสติค ซึ่งจะได้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรง ความเหนียวและทนทานต่อสารเคมี และสามารถขึ้นรูปให้มีลักษณะต่าง ๆ ตามต้องการได้ง่าย

ไฟเบอร์กลาสจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๒ ส่วน คือ

๑. ส่วนของใยแก้ว (Glass Fiber) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวเสริมกำลัง (Reinforcement) ใยแก้วได้มาจากการหลอมแก้วที่อุณหภูมิประมาณ ๑๓๐๐ - ๑๔๐๐ °ป. แล้วดึงหรือเป่าให้เป็นเส้นใยโดยเร็วแล้วทำให้มีรูปร่างต่าง ๆ แล้วแต่การใช้งาน ใยแก้วที่ใช้ในการทำไฟเบอร์กลาส มักเป็นแบบ Chopped Strand Mat ซึ่งเกิดจากการนำใยแก้วมาตัดเป็นเส้นสั้น ๆ แล้วอัดซ้อนกันเป็นแผ่น มีหน่วยเป็น กรัม/ตารางเมตร ใยแก้วที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๙ - ๑๕ ไมครอน จะมีกำลังต้านทานแรงดึงประมาณ ๓๕๐ กรัม/ตารางเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าใยแก้วขนาดเส้นเล็ก ๆ มีความแข็งแรงมากซึ่งเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุเสริมกำลัง นอกจากนี้ใยแก้วยังมีคุณสมบัติในด้านคงทนต่อสารเคมีและไม่ติดไฟอีกด้วย

๒. ส่วนของพลาสติค ซึ่งจะประกอบด้วย

- Resin
- Accelerator
- Catalyst
- Colour Pigment
- Filler
- Thixotropic Additive
- Releasing Agent

Resin อาจเป็น Vinyl ester resin, epoxy resin หรือ Polyester resin แล้วแต่ลักษณะของงานที่จะทำ แต่โดยทั่ว ๆ ไปจะใช้ Polyester resin เพราะมีราคาถูก เรซิ่นที่ใช้นี้จะต้องเป็นเรซิ่นที่ยังไม่อิ่มตัว เพื่อที่จะสามารถแห้งและแข็งตัวได้ในอากาศ โดยเปลี่ยนจากสภาพที่เป็นของเหลวไปเป็นของแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Accelerator เป็นสารเคมีที่ช่วยให้ปฏิกิริยาการแห้งและแข็งตัวเกิดได้เร็วขึ้น มักใช้สารเคมีพวก Cobalt octate หรือ Cobalt nepthynate ซึ่งมีลักษณะเป็นสารละลายสีน่วง

Catalyst เป็นสารเคมีที่ช่วยให้การเกิดปฏิกิริยาการแห้งและแข็งตัวเกิดได้เร็วขึ้น มักใช้สารเคมีที่มีมาก Active oxygen เช่น MEKP (Methyl ethyl ketone peroxide)

การใช้ Accelerator และ catalyst มีหลายชนิด ก่อนใช้งานต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องตามชนิดของงานเพื่อให้ไฟเบอร์กลาสที่ผลิตออกมามีคุณภาพดี โดยขอคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิตสารเคมีนั้น ๆ ไม่ควรผสม Accelerator โดยตรงกับ catalyst เพราะอาจทำให้เกิดการระเบิดได้

Colour Pigment มักเป็นสีอินทรีย์ ซึ่งใช้สำหรับพวกพลาสติค การใช้สีผสมได้ไม่เกิน ๑๐ % ของน้ำหนักเรซิ่นเท่านั้น การทำให้เกิดสีในไฟเบอร์กลาส ทำได้โดยเติมสีลงในเนื้อเรซิ่นในตอนผสมแล้วจึงนำไปขึ้นรูป แต่จะทำให้ต้นทุนในการผลิตสูง ดังนั้นในทางปฏิบัติมักไม่เติมสีลงในเนื้อเรซิ่น แต่จะทาหรือพ่นสีภายนอกและภายในเมื่อขึ้นรูปเสร็จเท่านั้น โดยจะใช้สีพ่นรถยนต์

Filler หรือส่วนผสมอื่น ๆ ที่ใส่ในเรซิ่น ส่วนใหญ่จะใช้หินปูน ซึ่งจะทำให้เรซิ่นซึมลงไปในเนื้อใยแก้วได้ดี และช่วยลดความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาการแห้งและแข็งตัว นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันไม่ให้ไฟเบอร์กลาสหดตัวในส่วนที่สำคัญ ๆ การใส่หินปูนจะต้องพยายามใส่ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่ควรจะเกิน ๒๐ % ของน้ำหนักเรซิ่น

ในการทำไฟเบอร์กลาสจะใส่หรือไม่ใส่ซิลเลอร์ก็ได้แล้วแต่กรณี

Releasing Agent คือ สารที่ใช้ทาผิวโมล เพื่อช่วยป้องกันไม่ให้ไฟเบอร์กลาสที่หล่อติดแน่นกับโมล ซึ่งสามารถถอดสิ่งที่หล่อออกจากแบบได้โดยง่าย สารที่ใช้เป็น Releasing agent อาจเป็น Polyvinyl alcohol หรือ wax ซึ่งขึ้นอยู่กับความยากง่ายของโมล

Thixotropic Agent คือสารที่ใช้เติมใน gel coat เช่น silica famed (SiO_2) เพื่อช่วยไม่ให้ gel coat ไหลเยิ้มตัวลงมาข้างล่างในกรณีที่ใช้ทาในแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

gel coat คือ โพลีเอสเทอร์ เรซิน ที่ไม่ monomeric styrene อีก ๕ - ๑๐ % ซึ่งจะทำให้เรซินมีความเหนียวน้อยลง ใช้ทาโมลหลังทา release agent แล้ว เพื่อให้ผิวนอกของสิ่งที่จะหล่อมีลักษณะเรียบดี และมีสีสันตามต้องการของผู้ทำ โดยผสมสีใน gel coat ซึ่งจะช่วยทุ่นเวลาในการทาสีภายหลัง gel coat บังทำให้มีความคงทนต่ออิทธิพลต่าง ๆ ดีขึ้น และช่วยมิให้มองเห็นลายของใยแก้วที่ใช้อีกด้วย gel coat ควรให้หนา ๐.๐๑๐ " - ๐.๐๑๕ " หรือ ๓๐๐ - ๔๕๐ กรัม/ตารางเมตร ถ้าทา gel coat บางไปจะทำให้การ curing ทำเนินไปไม่เต็มที่และไม่บังสายใยแก้ว แต่ถ้าหนาไปจะทำให้เกิดการแตกร้าวตามแนวขวาง

โพลีอีสเตอร์ เรซิน นี้โดยทั่วไปจะมีสไตรีนเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยประมาณ ๓๐ % โดยสไตรีนจะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโมเลกุลของโพลีอีสเตอร์ ทำให้เนื้อของพลาสติกมีความแข็งแรงทนทานมากยิ่งขึ้น ในกรณีที่เรซินเริ่มเกิดการแข็งตัวเนื่องจากการเก็บไว้นานหรือเก็บในที่ที่แสงสว่างส่องถึง หรือในที่ร้อนจัด ๆ อาจเติมพวกโมโนสไตรีนลงไปได้ แต่ต้องไม่เกิน ๑๐ % เพราะจะทำให้เนื้อเรซินเหลวเกินไปได้ ซึ่งทำให้การนำมาขึ้นรูปลำบาก

การเก็บรักษาเรซิน ควรเก็บไว้ในถังโลหะที่ทึบแสงที่อุณหภูมิ ๒๐ °ซ. ซึ่งจะทำให้เรซินมีอายุได้อย่างน้อยที่สุด ๖ เดือน และถ้าสามารถควบคุมสภาวะต่าง ๆ ได้ดีอาจเก็บได้นานถึง ๑ ปี

<u>การหล่อไฟเบอร์กลาส</u> โดยทั่ว ๆ ไปการหล่อไฟเบอร์กลาสจำเป็นต้องมีแบบ (mold) หรือพิมพ์ก่อน โมลมักจะทำด้วยไฟเบอร์กลาส เพราะมีความแข็งแรงยืดหยุ่นได้ และมีวัตถุเบากว่าวัตถุอื่น ๆ และโมลที่ใช้จำเป็นจะต้องมีความสามารถในการทนต่อความร้อนได้สูง ดังนั้นในการทำจะต้องเลือกเรซิน

ในบางครั้งถ้าหล่อวัตถุชิ้นใหญ่ ๆ จำเป็นจะต้องออกแบบโมลให้สามารถแยกออกได้เป็นส่วน ๆ เพื่อที่จะถอดออกจากแบบได้ง่าย

ถ้าโมลที่ทำมีผิวไม่เรียบ จะต้องทำให้เรียบโดยใช้กระดาษทรายเบอร์ ๖๐๐ หรือตะไบแล้วโป๊วและขัดอีกครั้งด้วย silicone - free wax

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ขั้นตอนการหล่อไฟเบอร์กลาส

๑) เมื่อได้โมลแล้ว จะทาโมลด้วย releasing agent ให้ทั่วโดยใช้ polyvinyl alcohol (PVA) ในกรณีที่หล่อสิ่งเล็ก ๆ ที่มีรูปร่างธรรมดา หรือใช้ wax ในกรณีที่รูปร่างซับซ้อน เมื่อทาหรือฝนเสร็จจะต้องรอให้แห้งสนิทเสียก่อนที่จะทำการหล่อต่อไป มิฉะนั้นจะทำให้สิ่งที่หล่อติดกับโมล ซึ่งจะทำให้ mold เกิดความเสียหาย

๒) ทาหรือพ่น gel coat ให้หนาประมาณ ๐.๐๑๐ - ๐.๐๑๕ นิ้ว หรือ ๐.๒๕ - ๐.๔ มม. รอจน gel coat แห้ง

๓) ทาเรซิ่นชั้นหนึ่งก่อนแล้วใช้ใยแก้วชนิด chopped strand mat. สำหรับการหล่อไฟเบอร์กลาสแบบธรรมดา ตัดให้ได้รูปร่างตามขนาดของโมล ชั่งน้ำหนักของใยแก้วที่ใช้แล้วปูใยแก้วลงบนแบบ

๔) จากนั้น ทำการเตรียมเรซิ่นโดยใช้ เรซิ่น ๒ - ๒½ เท่าของน้ำหนักใยแก้ว แล้วใส่ Accelerator ลงไป ๑% โดยน้ำหนัก คนให้ทั่ว เมื่อจะนำเรซิ่นไปทำการหล่อแล้วจึงเติมตะตะไลส์ลงไป

๕) นำแปรงจุ่มเรซิ่นที่เตรียมไว้แล้วไปแตะลงบนใยแก้วจนชุ่ม เพื่อให้ใยแก้วอ่อนตัวขึ้นรูปร่างตามแบบของโมล แล้วใช้ลูกกลิ้ง กลิ้งรีดใยแก้วให้เรียบและเข้าที่ตามรูปร่างของแบบให้ดีที่สุด อย่าให้มันเยอะตัว และอย่าให้มีฟองอากาศภายใน เมื่อหล่อไฟเบอร์กลาสชั้นแรกเสร็จแล้ว ชั้นต่อ ๆ ไปก็หล่อทับได้โดยไม่ต้องรอให้ชั้นแรกแห้ง จะหล่อกี่ชั้นก็ได้จนความหนาตามต้องการ ถ้าต้องการให้ด้านในของสิ่งที่หล่อเรียบจะปูชั้นสุดท้ายด้วยใยแก้วชนิด surfacing tissue ซึ่งจะเป็นแผ่นบาง ๆ เมื่อปูแล้วจะได้ผิวที่เรียบ

๖) เมื่อเรซิ่นเริ่มแห้งไฟเบอร์กลาสที่กำลังหล่อจะมีลักษณะนุ่มเหนียว ซึ่งจะทำการตกแต่งขอบในขณะนี้โดยมีคมๆ เพราะถ้าทิ้งไว้ไฟเบอร์กลาสจะแข็งตัวจะทำให้การตัดขอบหรือริมที่เป็นส่วนเกินยากมาก

๗) ทิ้งไว้จนไฟเบอร์กลาสแห้งและแข็งจึงแกะออกจากแบบ แล้วทิ้งไว้อีกประมาณ ๑ สัปดาห์เพื่อให้มีการแข็งตัวเต็มที่ หรืออาจใช้อุณหภูมิช่วยในการแข็งตัวเต็มที่ โดยอบที่อุณหภูมิ ๘๐° ซ. เป็นเวลา ๓ ชม. แต่ถ้าจะให้ดีต้องทิ้งไว้ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ ๑ - ๒ วัน แล้วจึงนำไปอบเพื่อไม่ให้เกิดการบิดงอเนื่องจากมีการเปลี่ยนอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

๗) การตกแต่งขั้นสุดท้าย จะต้องใช้จานหรือล้อหินขัดช่วยในการขัด หรือใช้หัวขัดคาร์ไบด์, เสี่ยยไฟฟ้า ก่อนการตกแต่งทาสีให้ล้าง release agent ออกก่อน โดยใช้ผงซักฟอกและน้ำอุ่นจำนวนมาก ๆ ขัดล้างออก น้ำผิวออกไปหมดให้ใช้กระดาษทรายน้ำหรือแห้งขัดอีกที แล้วจึงทำผิวให้สะอาดและแห้งแล้วจึงลงสีโป้วและสีพื้น ขัดด้วยกระดาษทรายละเอียดอีกครั้งจนเรียบ แล้วจึงทาสี

ประโยชน์ของไฟเบอร์กลาส

ปัจจุบัน ไฟเบอร์กลาสเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและราคาถูก ฯลฯ ทั่วไปที่ได้นำไฟเบอร์กลาสมาใช้ทำเป็นเครื่องอุปโภคต่าง ๆ มากมาย เช่น ทำ tank ใส่สิ่งปริโภค, หมวก, รถยนต์, เครื่องร่อน, เบ็ดตกปลา, กระดานโต้คลื่น, เรือ เครื่องบิน, บ้าน, วัสดุก่อสร้างต่าง ๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การชุบโครเมียม

(อภิวัฒน์ สาริพันธ์ 2526 หน้า 35 – 38)

โครเมียมมีลักษณะดีเด่นกว่าโลหะอื่น ๆ หลายประการ เช่น มีสีขาว นวลสุกใส ไม่ขึ้นมัว ไม่ต้องขัดถูบ่อย มีความฝืดต่ำ แข็งแรง มีจุดหลอมตัวสูง เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และไม่เป็นสนิม

การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยโครเมียมในปัจจุบัน วงการอุตสาหกรรมนำไปใช้เป็น 2 ลักษณะคือ

1. ในลักษณะเคลือบบาง บนผิวโลหะอื่น ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายป้องกันไม่ให้โลหะนั้นขุ่นมัว หรือเกิดสนิม ทนต่อการขัดสีและทนต่อการยุกร่อน การชุบเคลือบผิวในลักษณะนี้ มักจะชุบโครเมียมค่อนข้างบางมาก คือ มีความหนาน้อยกว่า 0.00003 นิ้ว (.00075 มม.)
2. ในลักษณะเคลือบหนาบนผิวของโลหะอื่น ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความหนาให้ผิวของโลหะนั้น เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องมือ เครื่องจักร ที่สึกหรอไปเพราะการใช้งาน หรือมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผิวโลหะนั้น ๆ มีความแข็งแกร่ง ทนต่อความร้อน ทนต่อการเสียดสี มีความฝืดต่ำ การชุบเคลือบผิว ในลักษณะนี้ต้องใช้เวลามาก เรียกการชุบชนิดนี้ว่า

ปกติแล้วมักจะชุบกันที่ ความหนาตั้งแต่ 0.001 นิ้ว (0.025 มม.) ขึ้นไปและโดยมากมักจะชุบโครเมียม โดยตรงบนเหล็ก

การรองพื้นก่อนชุบโครเมียม

การชุบโครเมียมบางมักจะรองพื้นด้วยของแดงนิเกิลเสียก่อน การทำดังนี้ได้ผลดีกว่าชุบโครเมียมโดยตรงบนเหล็ก หรือโลหะอื่น ๆ

1. รองพื้นชิ้นงานด้วยทองแดงก่อนชุบนิเกิล เพื่อให้การเกาะจับแน่นสนิทดียิ่งขึ้น อย่างเช่น ชิ้นงานที่เป็นเหล็ก เหล็กหล่อ โลหะผสม ทองเหลือง ทองแดง ฯลฯ จะจับได้แน่นสนิทดีกว่านิเกิล

2. การรองพื้นด้วยนิเกิลอย่างน้อยที่สุดควรจะหนาประมาณ 0.0006 นิ้ว (0.015 มม.) ถ้าเป็นน้ำยาชุบนิเกิลชนิดด้าน ความหนาของนิเกิลควรเผื่อไว้เป็นพิเศษอีก 20–25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สำหรับการสูญเสียไปเนื่องจากการขัดเงาแก่ถ้าเป็นน้ำยาชุบนิเกิลชนิดเงาก็ไม่จำเป็นต้องเสียไว้

สูตรน้ำยาชุบนิเกิล

น้ำยาชุบโครเมียมมีหลักอยู่ว่า อัตราส่วนระหว่างกรดโครมิค กับกรดกำมะถันจะต้องเป็น / 100 1 เสมอ โดยทั่วไปใช้ดังนี้

กรดโครมิค	250	กรัม/ลิตร
กรดกำมะถัน	25	กรัม/ลิตร

ภาวะการทำงาน

อุณหภูมิ	40	เซนติเกรด
ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า	100 — 110	แอมป์/ฟุต^2
ใช้เวลาประมาณ	2—5	นาที
ได้ความหนาประมาณ	0.00001	นิ้ว

ตัวล่อของโครเมียม

นักโลหะวิทยาสามารถทำตัวล่อโครเมียมบริสุทธิ์ได้ แต่ไม่สามารถนำมาชุบโครเมียมได้ เนื่องมาจาก

1. ตัวล่อที่เป็นโครเมียมบริสุทธิ์ได้ ทำยากกว่าและมีราคาแพงกว่า

2. ตัวล่อโครเมียมละลายในน้ำยาละลายในอัตราสูงมากประมาณ 80 — 100 % แต่การเกาะจับโลหะโครเมียมบนชิ้นงาน มีอัตราส่วนต่ำมาก

ด้วยเหตุดังกล่าว การชุบโครเมียมจึงใช้ตัวล่อชนิดที่ไม่สามารถละลายได้โลหะ[illegible] นิเกิล คะถั่ว เกือบจะไม่ละลายในน้ำยาชุบโครเมียมเลย แต่จากการการค้นคว้าปรากฏว่า คะถั่วผสมแอนติโมนี 6 — 7 % หรือคะถั่วผสมตีบุก 6 — 10 % เป็นโลหะที่เหมาะสมที่สุด จึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการใช้เป็นตัวล่อ

แผ่นตัวล่อใหม่ ๆ ควร * เตรียมการใช้งาน * ก่อน โดยการผ่านกระแสที่มีความหนาแน่นสูง ๆ 1 ชั่วโมง จนแผ่นล่อเป็นสีโกโก้ น้ำตาล จึงจะใช้ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ควรนำแผ่นตัวล่ออกจากถังชุบทุก ๆ สัปดาห์ ทำความสะอาดด้วยแปรงลวดล้างให้หมดจด และก่อนจะใช้ต้องทำการ "เตรียมการใช้งาน" ก่อนทุกครั้ง เนื้อที่ของตัวล่อควรมากกว่าเนื้อที่ของชิ้นงานที่จะทำการชุบประมาณ 25 %

การควบคุมน้ำยาชุบโครเมียม

เนื่องจากตัวล่อเราไม่ได้ใช้โลหะโครเมียม ดังนั้นจำนวนโลหะโครเมียมในน้ำยาชุบโครเมียมจึงน้อยลง การควบคุมน้ำยาชุบโครเมียมอย่างง่ายทำได้โดยเติมกรดโครมิคลงไป 70 กรัม ต่อการทำงาน 1000 แอมป์/ชม. ถ้าไม่เติมกรดโครมิคลงไปจำนวนซัลเฟตในน้ำยาจะลดน้อยลง ทำให้เกิดจุดด่างสีน้ำตาลบนชิ้นส่วน ถ้าเกิดปฏิกริยาพวกนี้ขึ้น จะต้องเติมกรดซัลเฟตลงไปเล็กน้อย แต่ถ้าเติมมากเกินไปกำลังการเคลือบผิวจะลดน้อยลง แก้ไขโดยการเพิ่มโวลต์ให้สูง หรืออาจแก้ไขโดยการเติมแบเรี่ยมไฮดรอกไซด์ในอัตรา 1.5 กรัม/ลิตร ลงไปในน้ำยา โดยการละลายจำนวนแบเรี่ยมในน้ำร้อยเสียก่อน เมื่อเติมเรียบร้อยแล้วจะต้องกวนให้เข้ากันดี หลังจากนั้น 2 ชั่วโมง แบเรี่ยมไฮดรอกไซด์จะรวมตัวกับกรดซัลฟูริค กลายเป็น แบเรี่ยมซัลเฟตตกตะกอนอยู่ก้นถัง และเริ่มทำการชุบต่อไปได้ถ้าผลการชุบยังไม่ดีพอ ต้องเติมแบเรี่ยมไฮดรอกไซด์อีกจนผลการชุบเป็นที่น่าพอใจ

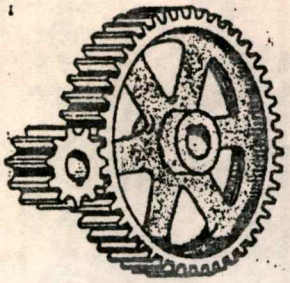
การผสมน้ำยาชุบโครเมียม

สำหรับถังที่บุด้วยตะกั่ว การผสมน้ำยาต้องต้มน้ำให้ร้อนก่อนที่จะเติมเกล็อโครเมียม เพราะกรดโครมิคเย็น ๆ จะกัดตะกั่ว การเติมเกล็อโครเมียม จะต้องเติมช้า ๆ และกวนอยู่ตลอดเวลาหลังจากละลายเข้ากันดีแล้ว เติมน้ำลงจนถึงระดับที่กำหนด ตรวจความหนาแน่นของน้ำยาด้วยไฮโดรมิเกอร์ ในการผสมน้ำยาผู้ผสมควรสวมหน้ากากป้องกัน

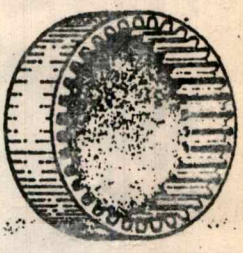
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การศึกษาระบบกลไกที่ใช้ในการออกแบบ

Typical gears.



SPUR PINION & GEAR



INTERNAL GEAR
or ring gear.

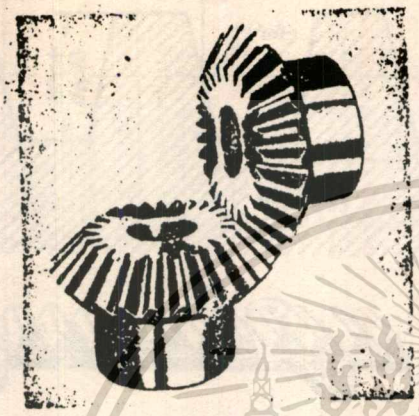
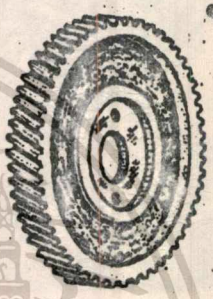


Fig. 5 Miter gears.



HELICAL GEAR

Fig. 6

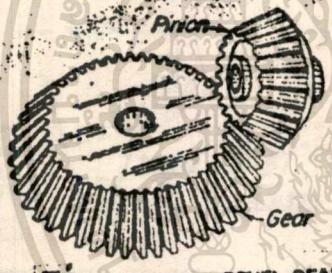
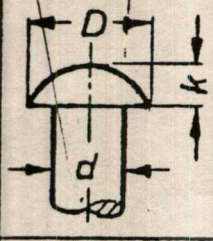
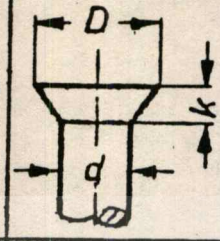
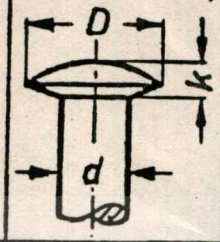
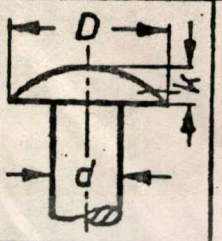
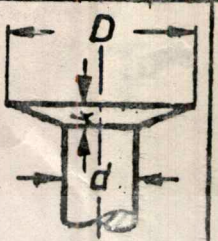
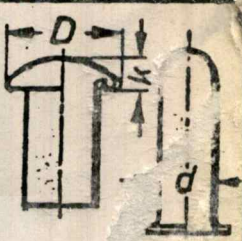


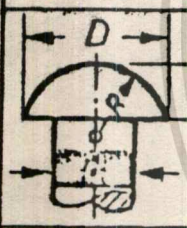
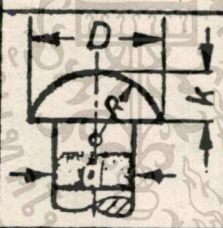
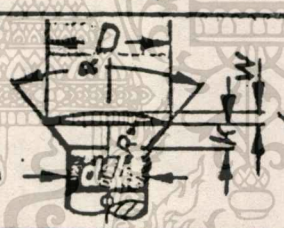
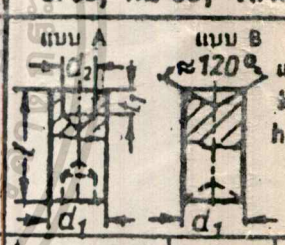
Fig. BEVEL GEARS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หมุดเล็กกว่า 10 มม. (หมุดสำหรับแผ่นโลหะ)

หมุดหัวแบน DIN 660	หมุดหัวฝัง DIN 661	หมุดหัวนูน DIN 662	หมุดหัวกลมแบน DIN 674	หมุดหัวเรียบ DIN 675	หมุดหัวกระบอก DIN 7331
St 34 Cu Ms Al โลหะประสม	St 34 Cu Ms Al โลหะประสม	St 34 Cu Ms Al โลหะประสม	Cu Ms Al	Al Cu	St VII 23
					
$D \approx 1{,}75 \cdot d$ $k \approx 0{,}6 \cdot d$	$D \approx 1{,}75 \cdot d$ $k \approx 0{,}5 \cdot d$	$D \approx 2 \cdot d$ $k \approx 0{,}5 \cdot d$	$D \approx 2{,}3 \cdot d$ $k \approx 0{,}5 \cdot d$	$D \approx 2{,}8 \cdot d$ $k \approx 0{,}3 \cdot d$	$D \quad \cdot d$ $k \approx 0{,}4 \cdot d$
$d = 1 \quad 1{,}4 \quad 1{,}7 \quad 2 \quad 2{,}6 \quad 3$ $3{,}5 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9$	$d = 1{,}7 \quad 2$ $2{,}6 \quad 3 \quad 3{,}5$ $4{,}5 \quad 6 \quad 7 \quad 8$	$d = 1 \quad 1{,}4 \quad 2$ $2{,}6 \quad 3 \quad 3{,}5$ $4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8$	$d = 3 \quad 3{,}5$ $4 \quad 4{,}5$	$d = 3 \quad 4$ $5 \quad 6$

หมุดขนาด 10...36 มม. (โครงสร้างเหล็ก–งานหม้อน้ำ)

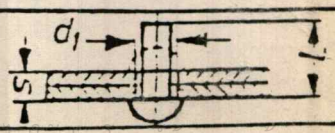
ขนาดหมุดก่อนยิง Ø	หมุดหัวหนึ่งกลม สำหรับงานหม้อน้ำ DIN 123			หมุดหัวครึ่งกลม สำหรับโครงสร้างเหล็ก DIN 124			หมุดหัวฝัง DIN 302					หมุดสลัก DIN 7341		
	St 34			St 34			St 34					St 50, Ms 58, Al Mg 3		
														
d	D	k	R	D	k	R	D	k	w	R	α	ขอบนาฬิกา Ø d_1	d_2	t_1
10	18	7	9,5	16	6,5	8	14,5	3	1	27	75°		—	—
12	22	9	11	19	7,5	9,5	18	4	1	41			—	—
14	25	10	13	22	9	11	21,5	5	1	58			2	1,5
16	28	11,5	14,5	25	10	13	26	6,5	1	85			2,5	2
18	32	13	16,5	28	11,5	14,5	30	8	1	113			3,5	2,5
20	36	14	18,5	32	13	16,5	31,5	10	1	124,5	60°		4,5	3
22	40	16	20,5	36	14	18,5	34,5	11	2	75,5			6,5	4
24	43	17	22	40	16	20,5	38	12	2	91			8	5
27	48	19	24,5	43	17	22	42	13,5	2	111			10	6
30	53	21	27	48	19	24,5	42,5	15	2	114	45°		11	6
33	58	23	30	53	21	27	46,5	16,5	2	136			12	7
36	64	25	33	58	23	30	51	18	2	164			13	8

ขนาดตัดขอบรูของหมุดหัวครึ่งกลมขนาดก่อนยิง 16 มม. ยาว 38 มม. หมุดหัวครึ่งกลม 16 × 38 DIN 124
ขนาดศูนย์กลางของรูหมุด สำหรับหมุด 10 มม. = ขนาดหมุดก่อนยิง + 1 มม.

ความยาวของหมุด L

ความยาวประมาณ L ของหมุดหัวครึ่งกลม

s = ความยาวยึด d_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางของรูหมุด L = ความยาวของหมุด

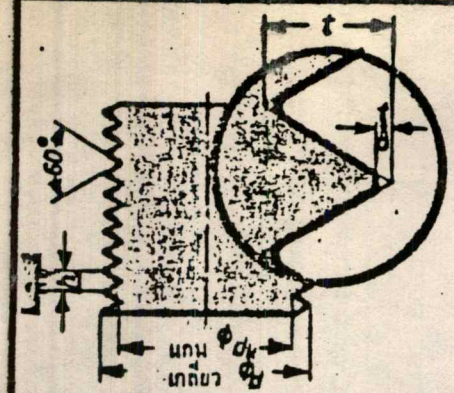


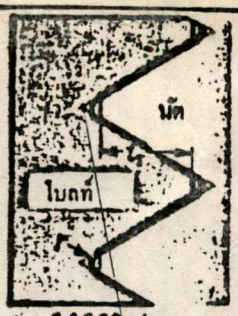
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

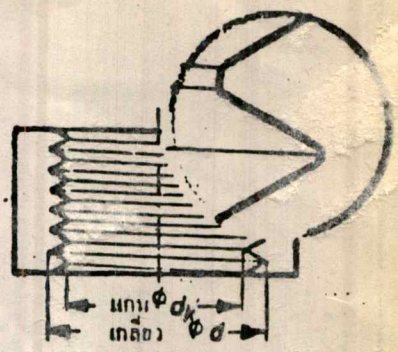
ในงานโครงสร้างเหล็ก

ในหม้อน้ำ สำหรับความยาวยึด ถึง 54 มม.

เกลียวเมตริก

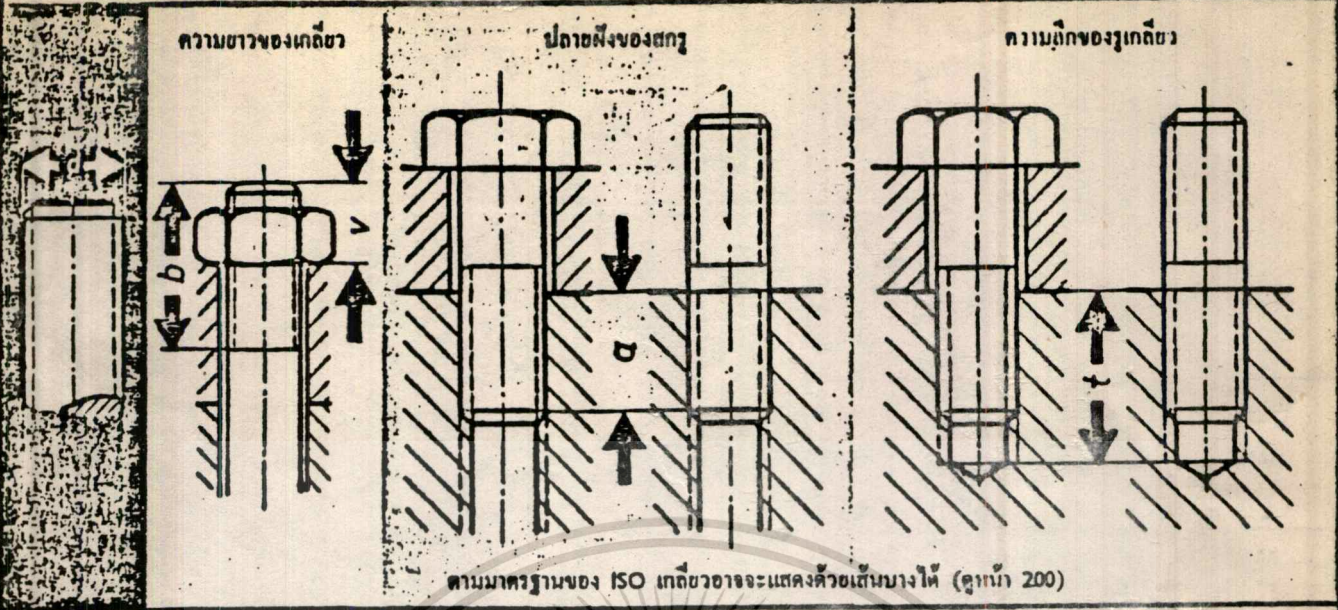






เกลียว	ใบถที่และนัด				นัด			แหวนรอง	
	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก	พื้นที่หน้าตัดของแกน	พิท	ความหนาของนัท	ความหนาของหัว	ขนาดของประแจ	ความกว้างระหว่างมุม	เส้นผ่าศูนย์กลางของแกน	ความหนา
$\varnothing$ d	$\varnothing$ d_k	mm^2	P	k	m	SW	e	d_1	s
1	0,676	0,36	0,25	—	—	—	—	—	—
1,2	0,876	0,60	0,25	—	—	—	—	—	—
1,4	1,010	0,80	0,3	—	—	—	—	—	—
1,7	1,246	1,22	0,35	1,2	1,4	3,5	4	4,5	0,3
2	1,480	1,72	0,4	1,4	1,6	4	4,6	5,5	0,5
2,3	1,780	2,49	0,4	1,6	1,8	4,5	5,2	6	0,5
2,6	2,016	3,19	0,45	1,8	2	5	5,8	7	0,5
3	2,350	4,34	0,5	2	2,4	5,5	6,4	7	0,5
3,5	2,720	5,81	0,6	2,4	2,8	6	6,9	8	0,5
4	3,090	7,50	0,7	2,8	3,2	7	8,1	9	0,8
4,5	3,96	12,3	0,8	3,5	4	9	10,4	11	1-
5	4,70	17,3	1	4,5	5	10	11,5	12	1,5
6	6,376	31,9	1,25	5,5	6,5	14	16,2	17	2
7	8,052	50,9	1,5	7	8	17	19,6	21	2,5
8	9,726	74,3	1,75	8	9,5	19	21,9	24	3
9	11,402	102	2	9	11	22	25,4	28	3
10	13,402	141	2	10,5	13	24	27,7	30	3
11	14,752	171	2,5	12	15	27	31,2	34	4
12	16,752	220	2,5	13	16	30	34,6	36	4
13	18,752	276	2,5	14	17	32	36,9	40	4
14	20,102	317	3	15	18	36	41,6	44	4
15	23,102	419	3	17	20	41	47,3	50	5
16	25,454	509	3,5	19	22	46	53,1	56	5
17	28,454	636	3,5	21	25	50	57,7	60	5
18	30,804	745	4	23	28	55	63,5	168	6
19	33,804	897	4	25	30	60	69,3	72	6
20	36,154	1027	4,5	26	32	65	75,0	78	7
21	39,154	1204	4,5	28	35	70	80,8	85	7
22	41,504	1353	5	30	38	75	86,5	92	8
23	45,504	1626	5	32	40	80	92,4	98	8

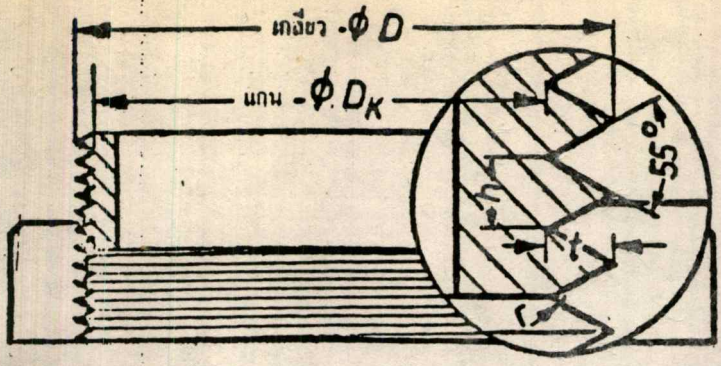
ลิขสิทธิ์ของสถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ตามมาตรฐานของ ISO เกลียวอาจจะแสดงด้วยเส้นบางได้ (ดูหน้า 200)

ชื่อขนาดของเกลียว Ø d	ความยาวของเกลียว สำหรับน็อต 1 ตัว		ปลายฝังของสกรู				ความลึกของรูเกลียว			
	b	v	เหล็กบรอนซ์ ~1·d	เหล็กหล่อ ~1,25·d	โลหะอ่อน ~2,5·d	อลูมิเนียม ~2·d	เหล็กบรอนซ์	เหล็กหล่อ	โลหะอ่อน	อลูมิเนียม
M 4	10	2,9	3	4	8	6	6	7		9
M 5	10	3,8	4	5	10	8	7,5	8		12
M 6	12	4,6	5	6,5	13	10	9	10	16	15
M 8	15	6	6	7,5	15	12	10,5	12	19	18
M 10	18	7,5	8	10	20	16	13	15	25	24
M 12	22	9	10	12	25	20	15	19	32	28
M 14	25	10,5	12	15	32	24	18	25	40	32
M 16	25	12	14	18	35	28	20	28	42	38
M 18	30	15	16	20	40	32	22	30	50	40
M 20	35	17	18	22	45	36	27	32	55	45
M 22	35	18	20	25	50	40	28	35	60	50
M 24	40	19	22	28	55	44	30	38	65	54
M 27	40	20	24	30	60	48	32	42	70	58
M 30	45	22	25	35	65	55	33	45	75	65
M 33	50	25	30	38	75	60	38	50	88	70
M 36	55	28	32	42	80	65	40	55	92	75
M 39	60	31	35	45	90	70	45	60	105	82
M 42	65	33	38	50	95	78	50	65	110	92
M 45	65	35	42	52	105	85	52	70	120	100
M 48	70	38	45	58	110	90	55	75	125	105
M 14	25	10,5	13	16	32	25	20	25	40	32
M 16	30	15	16	20	40	32	25	28	45	40
M 18	35	18	20	25	50	40	28	35	58	50
M 20	38	19	22	28	55	44	32	38	65	54
M 22	42	21	25	35	65	55	35	45	75	65
M 24	48	23	30	38	75	60	40	50	85	70
M 27	50	27	32	42	80	65	45	55	92	75
M 30	55	31	35	45	90	70	48	58	105	82
M 33	62	33	38	50	95	78	52	65	110	92
M 36	65	35	42	55	105	85	58	70	120	100

เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



สัญญลักษณ์ของเกลียว: R 1/4"
แผ่นมาตรฐาน: DIN 259

$$h = \frac{25,4}{z}$$

$$r = 0,137 \cdot h$$

$$t = 0,960 \cdot h$$

ชื่อขนาด ⌀ (เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน) นิ้ว	ไทลท์และนัต		พิท	เกลียวต่อ 1 นิ้ว	ชื่อขนาด-⌀ (เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน) นิ้ว	ไบลท์และนัต		พิท	เกลียวต่อ 1 นิ้ว
	เกลียว- ⌀	แกน- ⌀				เกลียว ⌀	แกน ⌀		
	D	D_k	h	z		D	D_k	h	z
[illegible]	9,73	8,57	0,91	28	[illegible]	59,62	56,66	2,31	11
[illegible]	13,16	11,45	1,34	19	[illegible]	65,71	62,76	2,31	11
[illegible]	16,66	14,95	1,34	19	[illegible]	75,19	72,23	2,31	11
[illegible]	20,96	18,63	1,81	14	[illegible]	81,54	78,58	2,31	11
[illegible]	22,91	20,59	1,81	14	[illegible]	87,89	84,93	2,31	11
[illegible]	26,44	24,12	1,81	14	[illegible]	93,98	91,03	2,31	11
[illegible]	30,20	27,88	1,81	14	[illegible]	100,33	97,37	2,31	11
[illegible]	33,25	30,29	2,31	11	[illegible]	106,68	103,73	2,31	11
[illegible]	41,91	38,95	2,31	11	[illegible]	113,03	110,08	2,31	11
[illegible]	47,81	44,85	2,31	11	[illegible]	125,74	122,78	2,31	11
[illegible]	53,75	50,79	2,31	11	[illegible]	138,44	135,48	2,31	11

สัญญลักษณ์ของสกรู

สกรูหัวหกเหลี่ยม ขัดมัน DIN 931 ไม่ขัดมัน DIN 601	สกรูหัวหกเหลี่ยม ขัดมันและมีเดือย DIN 561	สกรูหัวสี่เหลี่ยม ขัดมัน DIN 478	สกรูหัวน็อน DIN 261	สกรูหัวเม้า DIN 912	สกรูหัวกระบอก DIN 84
สกรูหัวครึ่งกลม DIN 86	สกรูหัวฝัง DIN 87 (มีขนิดหัวกากะบาดด้วย)	สกรูหัวรูปเลนซ์ DIN 85	สกรูหัวฝังรูปเลนซ์ DIN 88	สกรูหัวกว้าน DIN 404	สตัด DIN 938, 939
หัวหกเหลี่ยม ชนิด A	หัวกระบอก สกรูทำเกลียว DIN 7513 ชนิด B	หัวกลม ชนิด C	หัวฝัง ชนิด D	สกรูหัวปีกนิค DIN 316	สกรูหัวแหวนมีคอและช่วงว่าง DIN 580
สกรูหัวจมนิค	สกรูหัวฝังมีเดือย DIN 417	นัตหกเหลี่ยม DIN 934 ไม่ขัดมัน	นัตประสาท DIN 935 ชนิดเล็ก	นัตเกลียว DIN 546	นัตปีกนิค DIN 315

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

แบบสอบถามวิจัยเพื่อการทำวิทยานิพนธ์

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต

แบบสอบถามชุดนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตของ นายพัฒนา สมปรารถนา นักศึกษาคณะครุศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สาขาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยขอให้ท่านกรุณาทำเครื่องหมายกากบาท ลงบนหัวข้อที่ตรงกับความเป็นจริงในแบบสอบถามชุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ชื่อ .....นามสกุล .....

นักศึกษา/อาจารย์ .....

อายุ/ปี .....

1. เพศ

ก. ชาย ข. หญิง

2. ท่านเห็นว่าทำไม? จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีอุปกรณ์ใช้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

ก. เพื่อเข้าใจเนื้อหาการสอนได้ดีขึ้นกว่าการท่องจำ

ข. เพื่อหาเหตุผลและหลักความจริงด้วยตนเอง

ค. เพื่อให้คุ้นเคยกับกระบวนการจากการทดลอง

ง. ข้อ ก. ข. และ ค. ถูกหมดทุกข้อ

3. ปัญหาอุปกรณ์ที่ท่านประสบในการปฏิบัติการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ก. ถูกไฟช็อต ข. ความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย

ค. การปฏิบัติงานไม่ถนัด ง. อื่น ๆ (ระบุ) .....

4. อุปกรณ์เดิมอาจมีข้อบกพร่องและผิดพลาดอยู่บ้างในการทดลอง เราควรมีการปรับปรุงอย่างไร ?

ก. ปรับปรุงให้ดีกว่า ข. ปรับปรุงให้ใกล้เคียง

ค. ปรับปรุงเพื่อลดหรือแก้ปัญหา ง. อื่น ๆ (ระบุ) .....

5. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร ? เกี่ยวกับลักษณะรูปทรงของอุปกรณ์เดิมกับสัดส่วนการใช้งานหรือการปฏิบัติการทดลอง

ก. มีขนาด–สัดส่วน–รูปร่างที่สูงเกินไป ข. เหมาะสมกับการทดลอง

ค. การปฏิบัติการทดลองไม่สะดวก ง. อื่น ๆ (ระบุ) .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

6. ท่านเห็นว่าควรมีการดัดทอน–เพิ่มเติม เพื่อให้เหมาะสมกับผู้ใช้อย่างไร ?

ก. ดัดทอนเพื่อให้เหมาะสมในการใช้งานได้สะดวกขึ้น

ข. เพิ่มเติมให้สามารถทำงานได้สะดวก

ค. สัดส่วนของรูปทรงของอุปกรณ์เดิมเหมาะสมดีแล้ว

ง. อื่น ๆ (ระบุ) .....

7. ท่านเห็นว่าควรมีอุปกรณ์ใดบ้าง ในหัวข้อต่อไปนี้เพื่อใช้ประกอบการทดลอง

ก. เครื่องตรวจวัดประจุไฟฟ้า ข. เครื่องเก็บประจุไฟฟ้า

ค. อุปกรณ์ทำให้เกิดประภายไฟฟ้า ง. จำเป็นหมดทั้งข้อ ก. ข. และ ค.

8. การทดลองปฏิบัติงานในลักษณะใด ที่ท่านเห็นว่ามีความสะดวกสบายในการทำงานมากที่สุด

ก. ท่านั่ง ข. ท่ายืน

ค. อื่น ๆ (ระบุ) .....

9. อุปกรณ์การทดลองควรวางไว้บนตำแหน่งใด จึงจะเหมาะสมในการปฏิบัติงาน

ก. วางบนโต๊ะ ข. วางกับพื้น

ค. มีขาตั้งสำเร็จรูป ง. อื่น ๆ (ระบุ) .....

10. ในการป้องกันอันตรายจากการทดลองซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ ควรมีการปรับปรุงอย่างไรบ้าง

ก. แก้ปัญหาอันตรายที่เกิดจากกำลังของประจุไฟฟ้า

ข. เพิ่มฉนวนป้องกัน

ค. ลดการสร้างสนามพลังไฟฟ้าให้ลดน้อยลง

ง. อื่น ๆ (ระบุ) .....

11. ปัญหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต สถาบันที่มีการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ มีความต้องการเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ท่านคิดว่าควรมีการส่งเสริมหรือไม่

ก. ส่งเสริม ข. ไม่ควรส่งเสริม

ค. อื่น ๆ (ระบุ) .....

ขอขอบพระคุณทุกท่าน

พัฒนา สมปรารถนา

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์

นายพัฒนา สมปรารถนา

ที่อยู่ปัจจุบัน 263/3 ถนน เจริญราษฎร์ อ. เมือง จังหวัด ลำพูน

เกิดวันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2503

ชื่อบิดา นาย ประธาน สมปรารถนา

ชื่อมารดา นาง จันทร์นวล สมปรารถนา

ประวัติการศึกษา

การศึกษาชั้นประถม ถึง มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนมงคลวิทยา แผนก จังหวัด ลำพูน (ปี 2518)

การศึกษาวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงและประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิค ภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ (ปี 2524)

ปัจจุบัน กำลังศึกษาอยู่ใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง (ปี 2526)