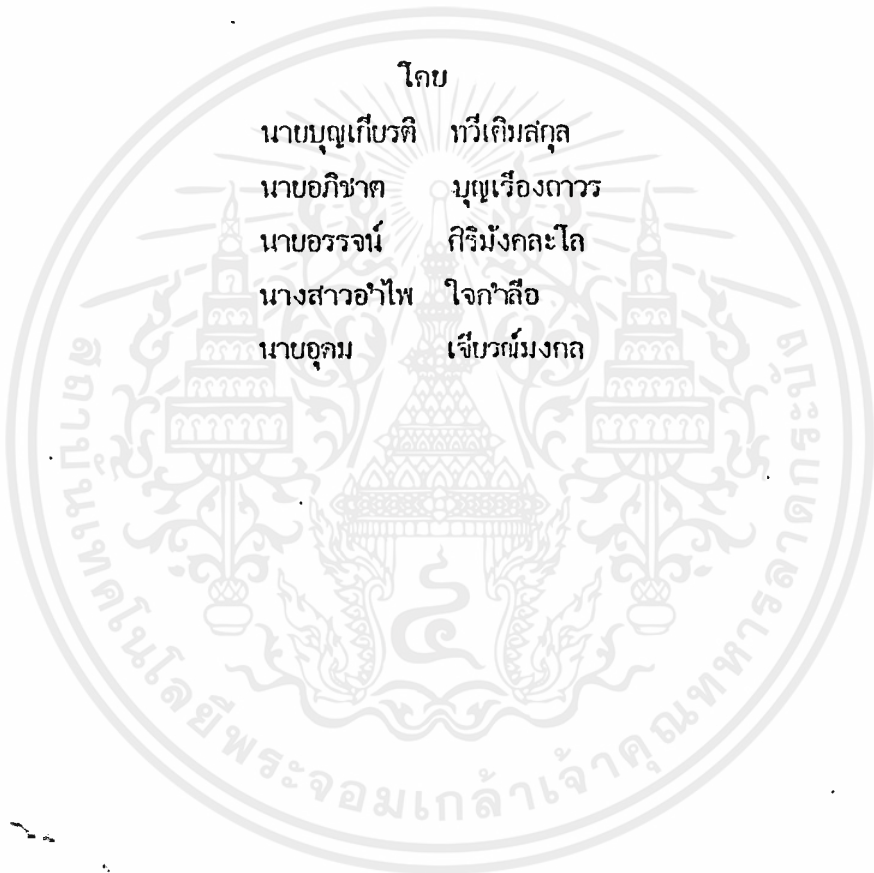




การทดสอบประสิทธิภาพแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและอิมพัลส์ของลูกถ้วยแบบแขวน
 EFFICIENCY TESTING OF DC AND IMPULSE VOLTAGE SUSPENSION INSULATOR

โดย

นายบุญเกียรติ ทวีเฉลิมสกุล
 นายอภิชาติ บุญเรืองถาวร
 นายอรุจน์ กิริมังกละโล
 นางสาวอำไพ ใจกำสือ
 นายอุดม เจীবรมนงกุล



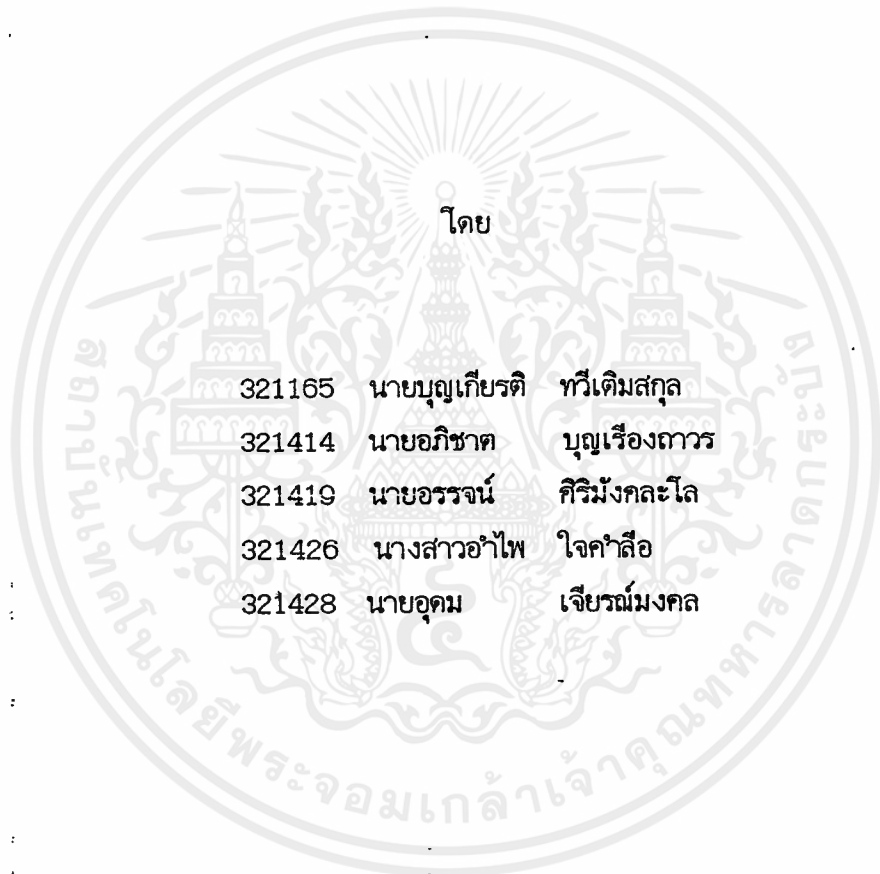
บริษัทยาภิวัฒน์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032755

ปีการศึกษา 2535

การทดสอบประสิทธิภาพแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและอิมพัลส์ของลูกถ้วยแบบแขวน
EFFICIENCY TESTING OF DC AND IMPULSE VOLTAGE SUSPENSION INSULATOR



321165 นายบุญเกียรติ ทวีเต็มสกุล
321414 นายอภิชาติ บุญเรืองถาวร
321419 นายอรุณ คิริมงคลโล
321426 นางสาวอาไพ ใจคำลือ
321428 นายอุดม เจียรณ์มงคล

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ศุภี บรรจงจิตร

ปริญญาโทปีการศึกษา 2535

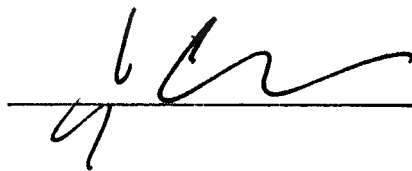
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การทดสอบประสิทธิภาพแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและอิมพัลส์ของลูกถ้วยแบบแขวน

ผู้จัดทำ

1. นายบุญเกียรติ ทวีติมสกุล
2. นายอภิชาติ บุญเรืองถาวร
3. นายอรรจน์ ศิริมังคะโล
4. นางสาวอาไพ ใจคำลือ
5. นายอุดม เจียรณ์มงคล



อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. กุลี บรรจงจิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบประสิทธิภาพแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและอิมพัลส์ของลูกถ้วยแบบแขวน

นายบุญเกียรติ ทวีเต็มสกุล
 นายอภิชาติ บุญเรืองถาวร
 นายอรรถจัน ศิริมังคะโล
 นางสาวอาไพ ใจคำลือ
 นายอุดม เจียรณ์มงคล
 รศ. ศุภี บรรจงจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา
 ปีการศึกษา 2535

บทคัดย่อ

บริษัทยาพันธ์ฉบับนี้เป็นการทดสอบคุณสมบัติแรงดันไฟฟ้าความถี่ตามผิวของลูกถ้วยแบบแขวนโดยใช้เครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และอิมพัลส์. โดยทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในสถานะที่ลูกถ้วยอยู่ในสภาพแวดล้อมปกติ และในสถานะสภาพแวดล้อมที่มีสารปนเปื้อนชนิดต่างๆ ซึ่งจำลองมาจากสภาพที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยทดสอบกับลูกถ้วยตัวอย่างแบบแขวนที่ใช้งานภายในประเทศ ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง สามารถนำไปใช้หาค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าแรงดันไฟฟ้าความถี่ตามผิว 50 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์ว่าสารปนเปื้อนบนลูกถ้วยจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณสมบัติของลูกถ้วยอย่างไร

EFFICIENCY TESTING OF DC AND IMPULSE VOLTAGE SUSPENSION INSULATOR

Boonkiat Thaveetermsakul

Apichart Boonruangthaworn

Aht Sirimunkralo

Ampai Jaikhamlue

Udom Chianmongkhon

Associate Professor Suree Bunjongjit

Advisor 1992

Abstract

The purpose of this paper is to present the tests of flashover voltage in suspension insulator characteristic, which the testing procedures are based on the industrial standard testing. The experimental environment of suspension insulator is simulated under two conditions : the normal and the contaminated one. Each insulator will be applied the test voltage, which is supplied by DC and Impulse generator, respectively. Furthermore, the data from the test can also utilized in calculating standard deviation and 50% flashover voltage. In addition, we positively expect that the testing result will help clarify how contaminated substances could affect suspension insulator efficiency.

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 คุณสมบัติของสารที่ใช้ผลิตลูกถ้วย	2
	1.2 สนามไฟฟ้าและแรงดันกระจายบนลูกถ้วย	8
	1.3 การเกิดสารปนเปื้อนบนลูกถ้วย	12
	1.4 กระบวนการเกิดสภาวะสารปนเปื้อนตามธรรมชาติ	12
บทที่ 2	การทดสอบจนวเลขถ้วย	15
	2.1 ความหมายศัพท์ทั่วไป	16
	2.2 การทดสอบลูกถ้วยในสภาวะต่างๆ	21
	2.3 ลักษณะการทดสอบลูกถ้วยจนวเลข	23
	2.4 แรงดันไฟฟ้าแรงสูงกระแสตรง	24
	2.5 แรงดันไฟฟ้าแรงสูงกระแสสลับ	29
	2.6 แรงดันอิมพัลส์	33
บทที่ 3	การทดสอบและผลการทดลอง	41
	3.1 เงื่อนไขการทดสอบ	41
	3.2 การทดสอบลูกถ้วยในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูง	42
	3.3 ผลการทดสอบ	45
	- ผลการทดสอบตามมาตรฐาน	46
	- ผลการทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าอิมพัลส์	47
	- ผลการทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	114
บทที่ 4	สรุปผลและวิจารณ์	150
ภาคผนวก		151

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูป 1.1 ส่วนประกอบของลูกถ้วยแขวน	2
รูป 1.2 ลูกถ้วยแขวน	8
รูป 1.3 เส้นค้ำยกไฟฟ้าเก่าของลูกถ้วยแขวน	9
รูป 1.4 แรงดันกระจายบนลูกถ้วย	10
รูป 1.5 แรงดันกระจายบนลูกถ้วยกรณีต่ออนุกรมซ้อนๆ กัน	10
รูป 1.6 วงจรสมมูลย์ของพวงลูกถ้วย	11
รูป 1.7 การเกิดสารปนเปื้อนบนลูกถ้วย	12
รูป 1.8 การเกิดลมหมุนในลูกถ้วย	13
รูป 1.9 ปริมาณการกระจายของสารปนเปื้อน	14
รูป 2.1 การเกิดวาบไฟตามผิวในลักษณะต่างๆ	16
รูป 2.2 วิธี Up and Down	19
รูป 2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์แบบแวนเดอกราฟ	25
รูป 2.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์แบบทอมเมล	25
รูป 2.5 กราฟแสดงลักษณะของเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าสถิตย์	26
รูป 2.6 แผนผังวงจรชุดทดลองไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสสลับ	30
รูป 2.7 การเกิดฟ้าผ่าโดยตรง	33
รูป 2.8 การเกิดฟ้าผ่าโดยอ้อม	33
รูป 2.9 แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าสมบูรณ	34
รูป 2.10 แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าสมบูรณโดนตัดด้านหน้าคลื่น	35
รูป 2.11 แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าสมบูรณโดนตัดด้านหางคลื่น	36
รูป 2.12 แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่ามาตรฐาน	36
รูป 2.13 วงจรสวิตซ์ซึ่งทำให้เกิดแรงดันเกิน	38
รูป 2.14 แรงดันอิมพัลส์ชนิดสวิตซ์ซึ่งสมมูลย์	39

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตาราง 1.1	คุณสมบัติของสารไดอิเล็กตริก	3
ตาราง 1.2	ตารางแสดงคุณสมบัติทางกล	5
ตาราง 1.3	ตารางแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้า	6
ตาราง 1.4	ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว	7



บทที่ 1บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงมีบทบาทสำคัญต่อประเทศเป็นอย่างมาก ฉนวนและตัวนำเป็นส่วนหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณา ในปริศยานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงฉนวนทางไฟฟ้าแรงสูงที่เรียกว่า "ลูกถ้วย" ซึ่งจัดได้ว่าเป็นฉนวนทางไฟฟ้าแบบแข็ง โดยในที่นี้จะพิจารณาถึงลูกถ้วยแบบแขวน (Suspension Insulator) เป็นหลัก ในส่วนแรกของเนื้อหาจะอธิบายถึงคุณสมบัติของลูกถ้วยแบบแขวนชนิดต่างๆ ซึ่งได้แก่ ชนิดปอร์ซเลน และแก้วเหนียว ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ในส่วนต่อมาจะอธิบายถึงการเกิดสารปนเปื้อนในสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่อคุณสมบัติของลูกถ้วยในเรื่องของแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิว (Flashover), วิธีการทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและอิมพัลส์โดยย่อ แนวทางการทดลอง ซึ่งจะมีการจำลองสารปนเปื้อนในธรรมชาติ เช่น ไข่ม้วน ผุ่นละออง และส่วนของบทสรุปที่จะเป็นสิ่งที่อ้างอิงในการดำเนินงาน

ฉนวนไฟฟ้าที่ใช้กันในปัจจุบันนี้ นอกจากจะทำหน้าที่กั้นหรือแยกส่วนที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าไม่ให้สัมผัสหรือลัดวงจรถึงกันแล้ว บางส่วนยังทำหน้าที่ยึด หรือรับแรงกลอันเกิดจากน้ำหนักของโครงสร้างหรือแรงกลไดนามิกส์ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าด้วย เช่น สายไฟซึ่งในอากาศจะใช้ฉนวนแข็งแบบลูกถ้วยทำหน้าที่ยึดสายไฟไว้ให้ห่างจากดิน และห่างจากสายไฟอื่นที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่โดยให้มีระยะห่างตามที่กำหนดออกแบบไว้

ฉนวนแข็งที่ดีต้องมีความคงทนต่อแรงดันไฟฟ้าสูง มีความต้านทานไฟฟ้าสูง ทนต่อแรงกลได้สูง มีค่าพลังงานสูญเสียเปล่าไดอิเล็กตริกต่ำ ทนความร้อนได้สูงและทนต่อปฏิกิริยาทางเคมีได้ดี ฉนวนแข็งที่ใช้กันอยู่ทั่วไปอาจได้มาจากสารอินทรีย์ เช่น กระจก, ฟ้า ยาง เป็นต้น หรือสารอนินทรีย์ เช่น ไมก้า, แก้ว, เซรามิก หรือสารสังเคราะห์อื่นๆ เช่น พลาสติก

นอกจากนั้นฉนวนที่นำมาใช้ ควรจะมีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- 1) ค่าความคงทนทางกลมีค่าสูง เพื่อที่จะสามารถทนต่อแรงดึงอันเนื่องมาจากน้ำหนักของตัวนำได้
- 2) ค่าเปอร์มิททิวิตี (Permittivity) มีค่าสูง เพื่อที่จะให้ค่าความเป็นฉนวนสูง
- 3) ค่าความต้านทานสูง เพื่อป้องกันค่ากระแสรั่วไหลลงดิน
- 4) วัสดุที่นำมาทำฉนวนไม่ควรมีความชื้นได้ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
- 5) เนื้อสารที่ทำฉนวนไม่ควรมีความชื้นภายในหรือที่ผิว เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำและก๊าซใน

บรรยากาศเข้าไปภายใน

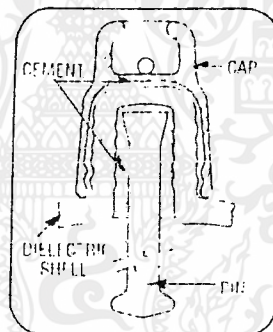
ซึ่งในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงสารอนินทรีย์ที่นิยมนำมาใช้ผลิตเป็นลูกถ้วย 2 ชนิด อันได้แก่

- ปอร์ซเลน (Porcelain)
- แก้วเหนียว (Toughened glass)

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาคุณสมบัติที่สำคัญของลูกถ้วย เพื่อที่จะทราบถึงลักษณะการใช้งาน ข้อดีข้อเสียและประสิทธิภาพของลูกถ้วยแต่ละชนิด

1.1 คุณสมบัติของสารที่ใช้ผลิตลูกถ้วย

ฉนวนลูกถ้วยโดยทั่วไป จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน คือ สารไดอิเล็กตริก, ส่วนที่เป็นตัวยึดฉนวนไฟฟ้ากับเสาโครงสร้าง และตัวกลางระหว่างสารไดอิเล็กตริกกับส่วนยึด ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของลูกถ้วยแขวน

ในส่วนไดอิเล็กตริก มักจะเป็นปอร์ซเลน, แก้ว หรือโพลีเมอร์ ซึ่งจะต้องมีความต้านทานต่อแรงดันในสภาวะปกติ และในสภาวะแรงดันเกินอันเนื่องมาจากการเกิดฟ้าผ่า หรือสวิตช์ซึ่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยไม่ทะลุ หรือเสียหายการเป็นฉนวนไฟฟ้าไป ถึงแม้ว่าอาจจะมีการนำไฟฟ้าบ้างจากความชื้นและสิ่งสกปรก

Summary of properties of insulator dielectrics

Property	Unit	Glazed porcelain	Toughened glass	Polymer	RBCF
Density	g/cm ³	2.3-3.9	2.5	0.9-2.5	2.1-2.2
Tensile strength	MPa	30-100	100-120	20-35	1300-1600
	lb/in ² ($\times 10^3$)	4.0-14.0	14.5-17.1	3.0-13	190-230
Compressive strength	MPa	240-820	210-300	80-170	700-750
	lb/in ² ($\times 10^3$)	34-120	30-40	11-24	100-107
Tensile modulus	GPa	50-100	72	0.6-1.6	43-60
	lb/in ² ($\times 10^6$)	7-14	10-1	0.1-2	6.0-8.0
Thermal conductivity	W/m K	1-4	1.0	0.17-0.9	0.2-1.2
Expansibility (20-100 C)	($\times 10^{-6}$)/K	3.5-9.1	8.0-9.5	45-200	7.5-20
Permittivity (50-60 Hz)	Air = 1	5.0-7.5	7.3	2.3-5.5	2.5-6.5
Loss tangent (50-60 Hz)	($\times 10^{-3}$)	20-40	15-50	0.1-5.0	5.0-20
Puncture strength	kV/mm	10-20	> 25	> 25	3.0-20
Volume resistivity (at 20 C)	Ωcm	10^{11} - 10^{13}	10^{12}	10^{14} - 10^{17}	10^{11} - 10^{14}

ตารางที่ 1.1 คุณสมบัติของไดอิเล็กตริก

จากตารางที่ 1.1 จะพบว่า สารไดอิเล็กตริกแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป เช่น สารพอร์ซเลนมีค่าความคงทนทางไฟฟ้า (Electric strength) ต่ำสุด แต่ก็มียุคกำลังต้านทานแรงดันมากที่สุดเช่นกัน ส่วนสารไดอิเล็กตริกชนิดแก้วนั้น มีลักษณะโปร่งใส ทำให้สามารถทราบถึงการเสียหายของฉนวน เพราะรอยแตก (Crack) หรือรอยทะลุ (Puncture) ที่กระจายทั่วไปสามารถถูกตรวจพบได้ด้วยตาเปล่า ตรงกันข้ามกับชนิดพอร์ซเลน ที่รอยแตกเหล่านี้ไม่สามารถจะสังเกตเห็นได้จากตาเปล่า รอยแตกเหล่านี้ทำให้ประสิทธิภาพของฉนวนมีค่าลดลงเรื่อยๆ จนอาจเกิดอันตรายเสียหายได้ ทางเดียวที่เราจะทราบว่าฉนวนใช้งานได้หรือไม่ คือการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของฉนวน

ส่วนที่เป็นตัวยึดฉนวนไฟฟ้ากับเสา ซึ่งโดยทั่วไปทำจากโลหะที่ทนต่อความร้อน สามารถตีแผ่เป็นแผ่นบางๆ ได้ หรือในบางครั้งอาจจะเป็นสารอัลลอยด์ผสมกับตะกั่ว เนื้อยึดทำจากเหล็กกล้า หรือสแตนเลสอัลลอยด์เพื่อต้านทานการผุกร่อน และในส่วนสุดท้ายคือ ตัวกลางนั้น ได้แก่ สารพวกซีเมนต์, อลูมิเนียม, น้ำมันหล่อลื่น, สี แต่ที่พบส่วนใหญ่เป็นสารพวกซีเมนต์

สารทั้งสองชนิดที่นำมาผลิตลูกถ้วยนี้ แม้จะมีส่วนผสมของเซรามิกซิลิกอนอยู่ก็ตาม ส่วนผสมทางเคมีคล้ายๆ กัน แต่โครงสร้างภายในของปอร์ซเลนกับแก้วเหนียวก็ยังไม่เหมือนกันทีเดียวเนื่องจากกระบวนการผลิตที่ต่างกัน ถึงกระนั้น ฉนวนทุกชนิดก็มีคุณสมบัติที่สำคัญที่เหมือนกันอยู่ 2 อย่าง คือ คุณสมบัติทางกลและทางไฟฟ้า ซึ่งคุณสมบัติทั้งสองชนิดนี้ก็มีค่าต่างกันไปในลูกถ้วยแต่ละชนิด ขึ้นกับความต้องการของผู้ใช้ เราสามารถพิจารณาคุณสมบัติทางกลและทางไฟฟ้าของฉนวนทั้งสองชนิดได้ดังต่อไปนี้ (ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของลูกถ้วยทั้ง 2 ชนิด อยู่ในภาคผนวก ก.)

1.1 ปอร์ซเลน

ปอร์ซเลนจัดเป็นสารที่นำมาใช้ทำฉนวนอย่างแพร่หลาย มีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนโดยการเผา สารผสมระหว่างกาโอรีน (Kaolin), เฟลสปาร์ (Feldspar) และควอทซ์ (Quartz) ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสม มีความแข็งแรงทางกลค่อนข้างสูง แต่เนื่องจากเป็นสารที่เกิดจากการผสมกันของส่วนประกอบหลายชนิด จึงต้องมีการเคลือบผิวอีกครั้งหนึ่งในระหว่างกระบวนการผลิต และไม่ใช่อย่างเช่นแก้ว ทำให้ยากต่อการตรวจสอบในกรณีที่ลูกถ้วยปอร์ซเลนเกิดความเสียหาย

1.1.1 คุณสมบัติทางกล (Mechanical properties)

คุณสมบัติทางกล แสดงได้ในตาราง 1.2 ความคงทนทางกลโดยทั่วไปจะพิจารณาถึงแรงดึง เนื่องจากน้ำหนักของสายตัวนำ พื้นที่หน้าตัดของสาย เพื่อที่จะทราบว่า ฉนวนจะสามารถต้านทานต่อแรงกลที่มากกระทำในขณะใช้งานได้มากน้อยเพียงไร กรณีที่ฉนวนไม่สามารถทนต่อแรงดึงทางกลได้ ก็จะทำให้ฉนวนเกิดความเสียหาย คือเนื้อฉนวนจะเกิดการแตกร้าว ดังนั้นในทางปฏิบัติ ผู้ผลิตบางรายอาจมีการออกแบบให้ค่าความต้านทานทางกลมีค่าสูงเพื่อไว้ เพื่อที่ว่าในการใช้งานจริงจะไม่ประสบกับปัญหาการเสียหายของฉนวนไฟฟ้า

1.1.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้า (Electrical properties)

คุณสมบัติทางไฟฟ้าโดยทั่วไปสำหรับฉนวนประเภทปอร์ซเลน ได้แก่ ค่าเปอร์มิททิวิตี, ความทนต่อการทะลุ (Puncture strength), ค่าสูญเสีย (Loss tangents), ความต้านทาน และอุณหภูมิ (หน่วย: องศาเซลเซียสที่ความต้านทาน 10^6 โอห์ม) ซึ่งในทางปฏิบัติการกำหนดโดยพิจารณาถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่มีเป็นส่วนใหญ่เท่านั้น เพราะตามปกติขนาดของฉนวนจะถูกกำหนดจากคุณสมบัติทางกลและความร้อน ดังนั้นการทดสอบทางไฟฟ้าในทางปฏิบัติจะทำเพื่อหาข้อบกพร่อง หรือรอยร้าวในวัสดุที่ไม่สามารถมองเห็นได้ซึ่งอาจทำให้ความทนต่อแรงกลของฉนวนลดลง

Mechanical properties of siliceous and aluminous porcelains and of glass

Property	Siliceous Porcelain		Aluminous Porcelain		Toughened glass: Alkali lime silica
Density (g, cm ³)					
Bulk	2.26-2.42		2.60-3.25		2.30-2.60
True, without pores	2.42-2.50		2.78-3.47		
<i>Unglazed/ Glazed</i>	U	G	U	G	
Strength (MPa)					
Flexural	42-90	56-120	100-140	120-170	200-250
Tensile	21-42	28-56	50-70	60-80	100-120
Compressive	280-450	380-690	400-600	500-700	700
Fracture impact energy (J)	2.0-3.0		2.5-4.0		5.0-6.0
Modulus elastic, tensile (GPa)	55-80		80-120		60-70
Expansibility (20-100°C) ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$)	3.5-5.5		4.6-6.0		8.0-9.5
Thermal conductivity (W/m K)	1.0-2.5		2.0-25.0		0.5-0.9
Specific heat (20-100°C) (J/g K)	0.46-0.72		0.11-0.13		0.5-0.67

ตาราง 1.2 ตารางแสดงคุณสมบัติทางกล

อย่างไรก็ตาม การทดสอบค่าความทนต่อการทะลุของฉนวนก็มีความสำคัญ เพราะฟ้าผ่า หรือ การสวิตช์ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้ามีผลต่อสายส่งไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะอาจมีค่าเกินค่าความทนของ ฉนวน ทำให้เกิดการสปาร์คโอเวอร์ (sparkover) ขึ้นได้ รอยที่เกิดจากการสปาร์คโอเวอร์นี้จะยิ่งลึก ลงไปในเนื้อฉนวนมากขึ้นด้วยการกัดเซาะของน้ำ และทำให้เกิดการร้าวโดยที่ไม่สามารถมองเห็นได้

Property	Unit	Siliceous porcelain	Aluminous porcelain	Toughened glass: Alkali lime silica
Permittivity (50 60 Hz, 20°C)	air = 1	5.0-6.5	6.0-7.5	7.3-7.5
(1 MHz, 20°C)	air = 1	4.8-5.6	5.0-6.5	7.1-7.5
Loss tangent (50 60 Hz, 20°C)	$\times 10^{-3}$	10.0-25.0	12.0-30.0	15.0-60.0
(1 MHz, 20°C)	$\times 10^{-3}$	5.0-12.0	5.0-12.0	5.0-12.0
Puncture strength (50 60 Hz, 20°C)	kV/mm	10.0-20.0	10.0-20.0	> 25.0
Impulse puncture strength (1/5 μ s)	kV/mm	40.0-50.0	40.0-50.0	170.0-220.0
$\rho \equiv$ Volume resistivity 20°C	Ω cm	10^{11}	10^{12}	10^{12}
300°C	Ω cm	10^6	10^{11*}	10^5-10^6
$T_g \equiv$ Temperature for $\rho = 10^6 \Omega$ cm	°C	280-340	830-1070*	270-400

* Values fall rapidly with increasing per cent Na

ตาราง 1.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้า

1.2 แก้วเหนียว

สารประเภทแก้วเหนียวเป็นสารจำพวกเนื้อเดียว มีค่าความคงทนต่อแรงอัดได้ดีกว่าสารปอร์ซเลน และมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำกว่าปอร์ซเลน นอกจากนี้คุณสมบัติของแก้วที่ใสสามารถมองทะลุไปได้ จึงสะดวกต่อการตรวจสอบความเสียหายด้วยตาเปล่า ข้อเสียของแก้วเหนียวคือความชื้นที่กลั่นตัวอยู่ที่บริเวณผิวของแก้ว ทำให้มีค่ากระแสรั่วไหลตามผิวที่สูง

1.2.1 คุณสมบัติทางกล

ฉนวนแบบแก้วเหนียว ทำมาจากแก้วแบบ Soda-lime silicate ที่ประกอบด้วยโปรตัสเซียม, แบริล และอลูมิเนียม เป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพ โดยในทางทฤษฎี มีความคงทนทางกลประมาณ 7 GPa ฉนวนทั่วไปมักจะใช้งานในสภาพ outdoor มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงที่กว้าง อันเนื่องมาจากการแปรเปลี่ยนของสภาพอากาศและโหลดทางไฟฟ้าที่ไม่สม่ำเสมอ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมินี้จะมีผลทำให้เกิดการหด หรือขยายตัวในอัตราที่ต่างกันของส่วนประกอบต่างๆ บนลูกถ้วยฉนวน เช่นส่วนแกนโลหะ

(pin), ส่วนหัว (cap) ดังนั้นเพื่อป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดจากความเครียดภายใน ส่วนประกอบต่างๆ บนลูกถ้วยจึงควรมีสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Thermal Expansion Coefficient) ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวแสดงได้ในตาราง 1.4

Insulator Component	Thermal Expansion Coefficient (mm/mm/°C x 10 ⁶)	
	Porcelain Insulator	Toughened Glass Insulator
Dielectric Shell	6.5	9.1
Cap (Malleable Iron)	11.5	11.5
Pin (Steel)	11.7	11.7
Cement	10.0	10.0

ตาราง 1.4

การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของฉนวนแบบแก้วมีค่าใกล้เคียงกับ cap โดยการขยายตัวของโลหะมีค่าสูงกว่าแก้วเพียงประมาณ 35% ในขณะที่ปอร์ซเลนมีอัตราส่วนสูงถึง 2.8:1 การที่การขยายตัวมีค่าใกล้เคียงกัน ทำให้มีประโยชน์ต่อการใช้งานภายใต้สภาวะความร้อนต่างๆ (ตาราง 1.2)

คุณสมบัติที่เห็นได้ชัดและสำคัญอีกอย่างของฉนวนแบบแก้วเหนียวคือ มันอยู่ในสถานะสมดุลแบบมีการเคลื่อนไหว โดยมีพลังงานความเครียดถูกเก็บไว้ในฉนวนแบบแก้ว ซึ่งเป็นความกดที่ผิว และแรงดึงในรูปทรง ถ้าพลังงานนี้ถูกปลดปล่อยออกมาโดยการถูกระทบจากก้อนหิน หรือการกัดเซาะจากสิ่งแวดล้อมต่างๆ จะทำให้แก้วแตกกระจายเป็นชิ้นๆ ได้

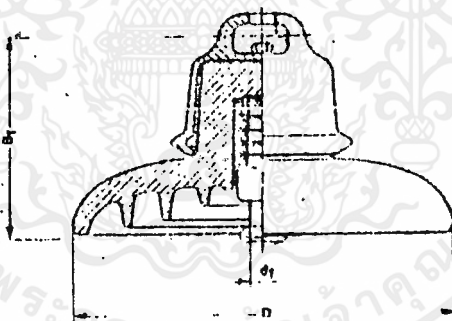
1.2.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้า

เนื่องจากคุณสมบัติเด่นทางไฟฟ้าของแก้วเหนียว ก็มีความคล้ายคลึงกับแบบพอร์ซเลน ดังที่แสดงในตาราง 1.3 วัสดุทั้งสองมีค่า เปรอร์มิติวิตีสัมพัทธ์ (relative permittivity) ประมาณ 5-7 และมีค่าสูญเสีย (loss tangents) สูงขึ้นเมื่อค่าอุณหภูมิเพิ่มและความถี่ลดลง นอกจากนี้ ค่าความต้านทานและความคงทนต่อการทะลุก็จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเช่นกัน

การเพิ่มขึ้นของค่าความนำไฟฟ้า จะเป็นไปอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน soda glass ในกรณีที่มีสถานะฉนวนสกปรก การคายประจุไฟฟ้าของฉนวนถูกปกคลุมด้วยชั้นของฝุ่นสกปรก อาจทำให้เกิดการทะลุเนื่องจากความร้อน (Thermal puncture) หรืออาจทำให้เกิดการกัดกร่อนอย่างรุนแรงที่ผิวฉนวนได้

1.2 สนามไฟฟ้าและแรงดันกระจายบนลูกถ้วย

การฉนวนสายส่งกำลังในระบบส่งจ่ายแรงสูง โดยทั่วไปมักใช้ลูกถ้วยทำจากพอร์ซเลนหรือแก้ว ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งในสายส่งมักยึดสายไฟด้วยลูกถ้วยแบบแขวน (Suspension insulator) ดังแสดงในรูป 1.3

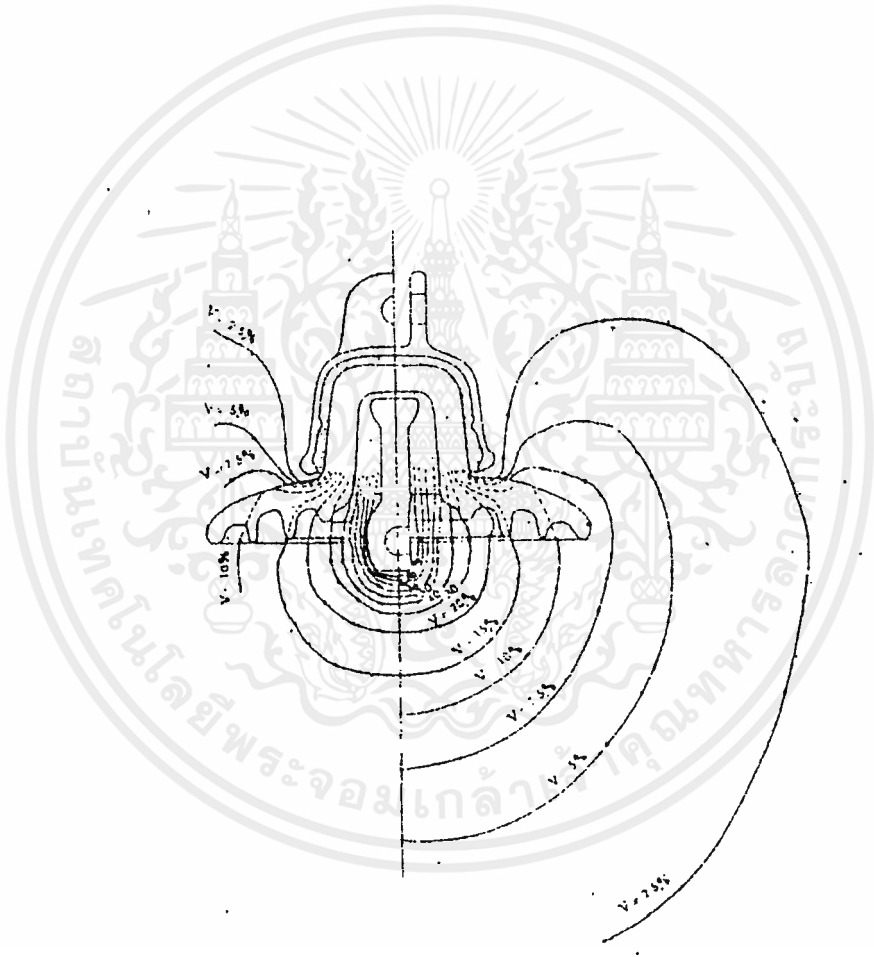


รูป 1.2 ลูกถ้วยแขวน

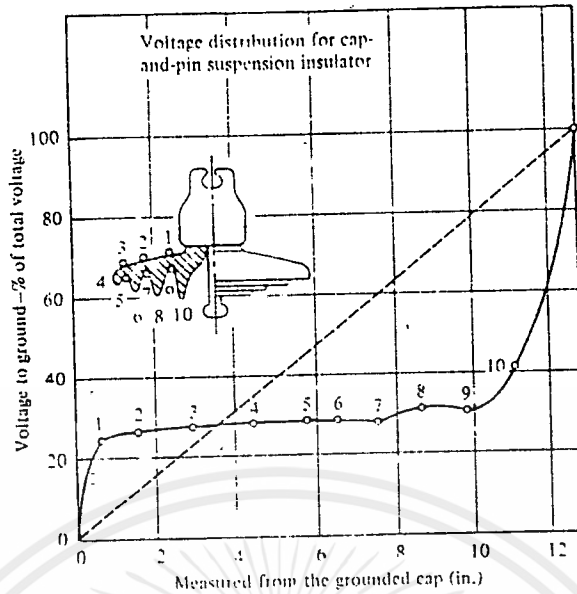
ในการผลิตลูกถ้วยมีการทำรูปร่างลักษณะให้มีครีบริบ หรือชั้นลูกถ้วยมีผิวโค้งไปตามเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน (Equipotential lines) เพื่อให้ความเครียดสนามไฟฟ้าตามผิวลูกถ้วยมีค่าน้อยที่สุด ดังแสดงในรูป 1.3 ซึ่งในรูปแสดงถึงสนามไฟฟ้าและเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่าๆ ของลูกถ้วยแขวน ที่ผิวลูกถ้วยด้านบนที่ติดอยู่กับฝาครอบโลหะจะมีความเครียดสนามไฟฟ้าสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ จะเป็นเหตุให้เกิดโคโรนาขึ้นในบริเวณนี้ได้ง่าย และส่งผลให้เกิดวาทไฟตามผิว (Flashover) ฉะนั้นแรงดันใช้งานจึงต้องต่ำกว่าแรงดัน

โคโรนาเริ่มเกิด (corona inception voltage) และ ความกว้างของปีกชั้นลูกถ้วย, ความหนาของเนื้อลูกถ้วยต้องออกแบบให้มีความสัมพันธ์กันในด้านความคงทนต่อแรงดันไฟฟ้า คือ ความคงทนต่อแรงดันวาทไฟตามผิว จะต้องม้ค่าน้อยกว่าความคงทนต่อแรงดันเจาะผ่าน (puncture voltage) ที่ครีปีได้ผิวลูกถ้วยนี้เอาไว้เพื่อเพิ่มระยะรั้วตามผิว (leakage distance) ให้มีค่ามากที่สุด ซึ่งเป็นระยะรั้วตามผิวนี้เป็นระยะที่สั้นที่สุดวัดตามผิวลูกถ้วย

การใช้ลูกถ้วยแขวนมีข้อดีตรงที่ว่าสามารถเพิ่มจำนวนลูกถ้วยในพวงได้ตามต้องการ คือ มีส่วนสำหรับเกี่ยวแขวนต่อกันได้ที่เป็นโลหะ เช่นในระบบสายส่งสูงๆ ก็สามารถเพิ่มจำนวนลูกถ้วยได้โดยต่อกันไปเป็นชั้นๆ โดยให้สายไฟยึดอยู่ที่ส่วนล่างของพวงลูกถ้วย ส่วนบนของพวงลูกถ้วยก็จะยึดอยู่กับแกนของเสาไฟฟ้า ซึ่งค่าของแรงดันที่กระจายอยู่บนลูกถ้วย ณ จุดต่างๆ ก็มีค่าแตกต่างกันไป ดังแสดงได้รูป 1.5

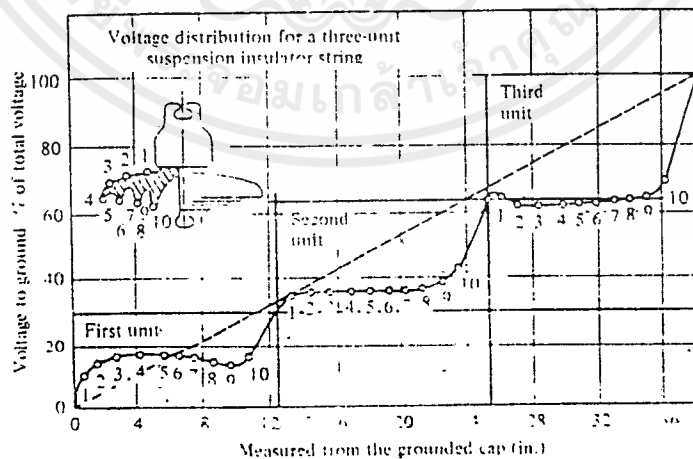


รูป 1.3 เส้นศักย์ไฟฟ้าเท่าาของลูกถ้วยแขวน



รูป 1.4 แรงดันกระจายบนลูกถ้วย

รูป 1.5 แสดงค่าของแรงดันไฟฟ้าบนจุดต่าง ๆ บนผิวของลูกถ้วยฉนวนแบบแขวนที่มีผิวสะอาด จะสังเกตเห็นว่า จุดที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดจะอยู่บริเวณที่เป็นส่วนหัว และแกนโลหะซึ่งทั้งสองด้านทำมาจากวัสดุประเภทโลหะ ที่จุดอื่นค่าของแรงดันไฟฟ้าก็มีการกระจายตามพื้นผิวในส่วนที่เหลือ จากรูปจะเห็นว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมระหว่างส่วนหัวกับแกนโลหะ จะมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าทั้งหมดคือเทียบเท่า 100% ค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมบริเวณส่วนหัวกับจุดหมายเลข 1 จะมีค่าประมาณ 24%, จากจุดหมายเลข 1 ถึง 9 ประมาณ 6% และค่าแรงดันไฟฟ้าที่เหลือประมาณ 70% จะตกคร่อมผิวบริเวณจุดหมายเลข 9 ถึงส่วนที่เป็นแกนโลหะ



รูป 1.5 แรงดันกระจายบนลูกถ้วยกรณีต่ออนุกรมชั้น ๆ กัน

เนื่องจากลูกถ้วยแขวนประกอบด้วยฟลักครอบส่วนบนและก้านยึดส่วนล่างที่เป็นโลหะ ฉะนั้นลูกถ้วยแต่ละลูกจึงมีลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าเป็นคาปาซิเตอร์ ซึ่งเป็นปัญหาของลูกถ้วยฉนวนแบบแขวนที่ทำให้การกระจายของแรงดันที่ตกคร่อมตัวลูกถ้วยฉนวนในห่วงลูกถ้วยมีค่าไม่สม่ำเสมอ รูป 1.6 แสดงถึงวงจรสมมูลย์เมื่อนำลูกถ้วยฉนวนแบบแขวนมาต่อกันหลายๆ ลูก ในห่วงลูกถ้วยจะเสมือนเป็นคาปาซิเตอร์อนุกรมกัน โดยที่ C_1 คือค่าคาปาซิแตนซ์ของลูกถ้วยแต่ละลูก และ C_2 คือค่าคาปาซิแตนซ์ที่เกิดระหว่างลูกถ้วยฉนวนกับดินซึ่งต่อในลักษณะขนานกัน ให้ค่า I คือค่ากระแส charging current ทั้งหมดที่ไหลจากสายตัวนำกับดิน และ I_1 คือค่ากระแสที่ไหลผ่านคาปาซิแตนซ์ C_2 ฉะนั้นค่าของกระแสที่ไหลผ่าน C_1 ตัวต่อไปก็จะมีค่าเหลือเพียง $I - I_1$ จะเห็นว่าค่าของกระแสที่ไหลผ่านลูกถ้วยลูกแรกจะมีค่ามากที่สุด และจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ในลูกถ้วยลูกต่อไป ใต้หมายความว่าแรงดันไฟฟ้าที่บริเวณลูกถ้วยลูกแรกจะมีค่ามากที่สุดและมีค่าลดลงไปเรื่อยๆ

แสดงได้ดังสมการ

$$V_5 = I / \omega C_1$$

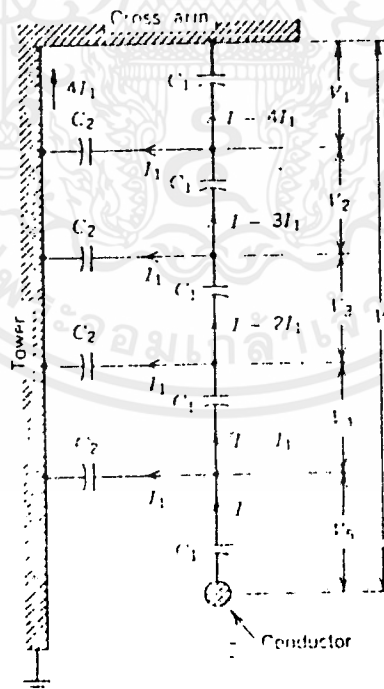
$$V_4 = (I - I_1) / \omega C_1$$

$$V_3 = (I - 2I_1) / \omega C_1$$

$$V_2 = (I - 3I_1) / \omega C_1$$

$$V_1 = (I - 4I_1) / \omega C_1$$

เพราะฉะนั้น $V_5 > V_4 > V_3 > V_2 > V_1$



รูป 1.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

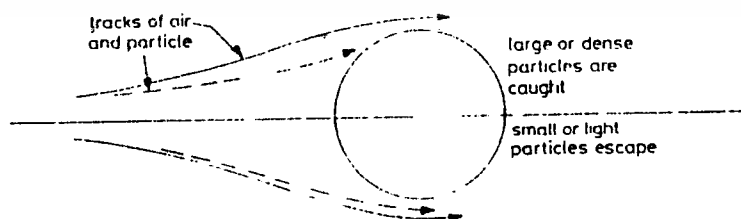
1.3 การเกิดสารปนเปื้อนบนลูกถ้วย

ในลูกถ้วยที่ใช้งานเป็นฉนวนทางไฟฟ้าในระบบส่งกำลังไฟฟ้าโดยทั่วไปนั้น มักจะพบกับปัญหาสิ่งปนเปื้อน (Contamination) ที่ไม่เพียงปรารถนาเกิดขึ้นที่ผิวของลูกถ้วยเสมอ ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้จะศึกษาถึงการเกิดสิ่งปนเปื้อนบนลูกถ้วยว่าจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้งานของลูกถ้วยอย่างไรได้บ้าง โดยเปรียบเทียบกับลูกถ้วยในสภาวะปกติที่ไม่มีสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ต้องการ

ฉนวนทุกชนิดมีผิวสัมผัสภายนอกที่อาจเกิดความสกปรกขึ้นได้เมื่อนำมาใช้งาน การสะสมสิ่งสกปรกไว้จะทำให้เกิดกระแสรั่วไหล (Leakage current) ขึ้นบริเวณผิวของฉนวนนั้น สารปนเปื้อนที่มักจะพบอยู่เสมอได้แก่ ฝุ่นละออง, สารประเภทอิเล็กโทรไลต์ที่กำเนิดมาจากทะเล, สารบีโตรีเคมีที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม, ซีเมนต์จากการเผาไหม้ของโรงงาน หรืออาจเกิดจากสารเหล่านี้ผสมกัน สารเหล่านี้จะส่งผลให้ความต้านทานเปลี่ยนแปลงไปแบบไม่คงที่ ซึ่งในบางกรณีจะทำให้สนามไฟฟ้าที่กระจายบนฉนวนไม่มีเสถียรภาพ โดยที่ในกรณีของสารอิเล็กโทรไลต์เมื่อถูกผสมเข้ากับน้ำที่อาจเกิดจากหมอก, น้ำค้างและน้ำฝน เกิดเป็นสารละลายที่สามารถแตกตัวนำไฟฟ้าได้ ทำให้เกิดการนำไฟฟ้าที่บริเวณผิวลูกถ้วยที่มีสารเหล่านี้เกาะติดอยู่ส่วนกรณีที่ไม่มีน้ำผสมฝุ่นละอองที่ประกอบด้วยออกไซด์ของโลหะบางชนิดก็สามารถทำให้เกิดการนำไฟฟ้าได้เช่นกันแต่พบได้เป็นส่วนน้อย ค่ากระแสรั่วไหลนี้จะทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ฉนวน เมื่อมีมากขึ้นๆ ก็ทำให้ฉนวนเสียหายได้ และอาจก่อให้เกิดไฟวบบตามผิวบนลูกถ้วยในที่สุด

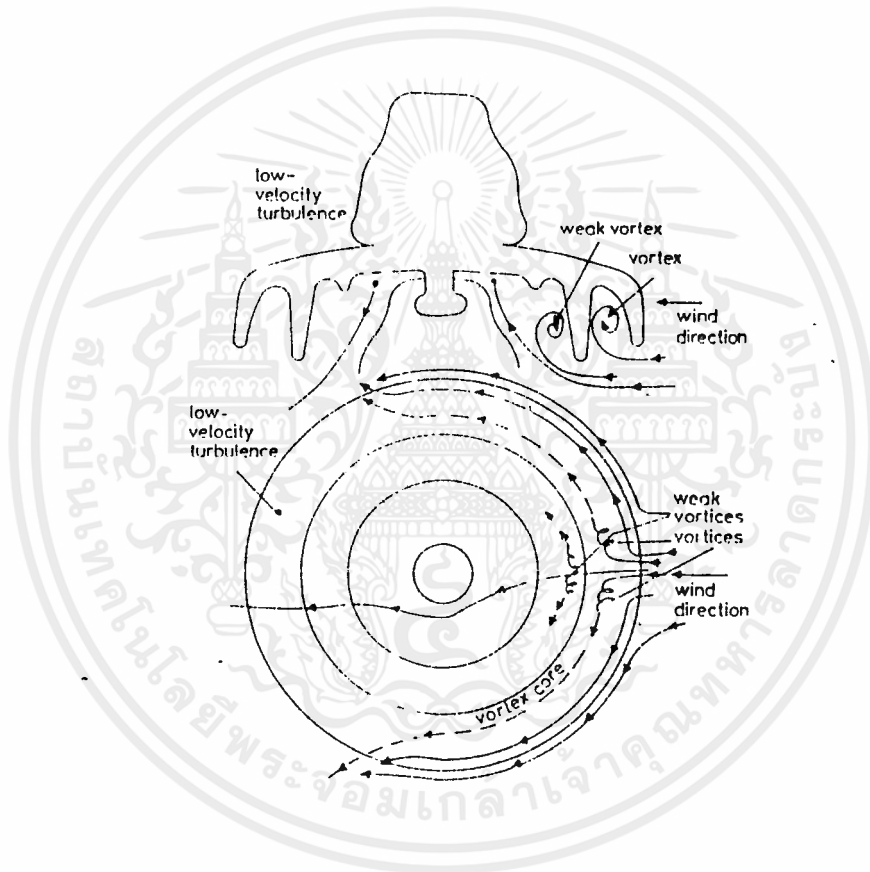
1.4 กระบวนการเกิดสภาวะสารปนเปื้อนตามธรรมชาติ

กระบวนการหลักที่เป็นตัวนำสารปนเปื้อนต่างๆ มายังผิวของลูกถ้วย แบ่งได้เป็น แรงโน้มถ่วง (Gravitational Forces), แรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตย์ของอนุภาคประจุไฟฟ้า (Electrostatic attraction) และแรงเนื่องจากกระแสลม (aerodynamic catch) โดยที่แรงจากลมนับได้ว่าเป็นปัจจัยหลักของกระบวนการเกิดทั้งหมด ลมที่ประกอบด้วยสารแขวนลอยเมื่อพัดผ่านกระทบกับลูกถ้วยฉนวนนั้น สารแขวนลอยจะกระทบกับผิวของลูกถ้วยดังรูปที่ 1.7

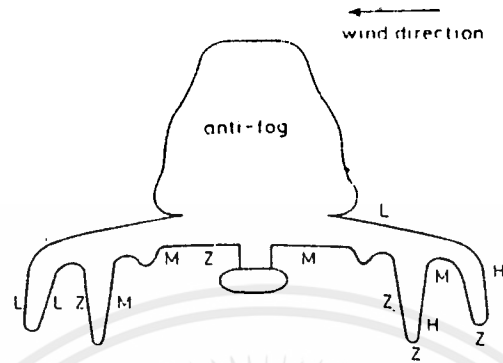


รูปที่ 1.7 แสดงสภาพการเกิดสารปนเปื้อนขึ้นบนลูกถ้วย

ทั้งนี้ปริมาณการเกาะของสารปนเปื้อนขึ้นอยู่กับรูปร่าง, ขนาดของลูกถ้วย, ความหนาแน่นของสารปนเปื้อนและความเร็วลมที่พัดมา เมื่อลมปะทะกับลูกถ้วยก็จะมีเปลี่ยนแปลงทิศทางไปจากเดิมแต่สารแขวนลอยซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ ไม่สามารถที่จะเปลี่ยนทิศทางตามลมได้ทันที จึงเกาะติดอยู่ตามผิวของลูกถ้วย ส่วนลมที่ผ่านเข้าไปบริเวณครีبد้านใต้ลูกถ้วยจะเกิดเป็นลมหมุน (Rotating flow or vortex generation) อยู่ภายในลูกถ้วยซึ่งเป็นผลมาจากโครงสร้างของตัวลูกถ้วยเอง ลมหมุนที่เกิดขึ้นมีมากเท่าไรก็ยิ่งทำให้มีสารปนเปื้อนมีปริมาณมากขึ้นเท่านั้น ดังแสดงได้ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 แสดงสภาพการเกิดลมหมุนในลูกถ้วย



Variation of pollution catch with shape

H: heavy
M: medium
L: light
Z: zero deposit density

Catch of pollution on underside (mg)

at 9 m/s		at 15 m/s
630	anti-fog	150
390	dish	10
40	biconvex	negligible

รูปที่ 1.9 แสดงปริมาณการกระจายของสารปนเปื้อน

(H: ปริมาณหนาแน่น M: ปริมาณปานกลาง
L: ปริมาณน้อย Z: ความหนาแน่นเป็นศูนย์)

บทที่ 2การทดสอบฉนวนลูกถ้วย

การฉนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงอาจจะเป็น ก๊าซ ของเหลว ของแข็ง กรณีที่มีที่ว่างมากพอก็มักใช้ อากาศเป็นฉนวน เช่น ระบบสายส่งไฟฟ้ากำลังแบบสายชิงอากาศ ถ้าต้องการให้มีปริมาตรน้อยหรือมีที่ว่างจำกัดก็อาจเป็นการฉนวนด้วยฉนวนแข็ง หรือฉนวนเหลว หรือก๊าซอัด หรือฉนวนผสมระหว่างฉนวน เหล่านี้ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า เคเบิล เป็นต้น ทุกกรณีฉนวนที่ใช้ในการฉนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงจะต้อง เป็นฉนวนที่มีคุณสมบัติทางฉนวนที่ดีในสภาพการเปลี่ยนแปลงที่กว้าง เช่น ใช้ได้กับอุณหภูมิในช่วงกว้างตั้งแต่อุณหภูมิในน้ำแข็งถึงอุณหภูมิในน้ำเดือด ใช้กับความถี่ในช่วงกว้างตั้งแต่ไฟฟ้ากระแสตรงจนถึงความถี่วิทยุ เป็นต้น ฉนวนที่ประกอบเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงแล้วอาจจะมีปัญหายุ่งยากที่จะทดสอบคุณภาพของฉนวน จึง ต้องเลือกวิธีทดสอบที่เหมาะสม ซึ่งเมื่อทดสอบแล้วจะไม่ทำลายสภาพการฉนวนของอุปกรณ์นั้น และวินิจฉัย ได้ว่าฉนวนนั้นมีคุณภาพเหมาะแก่การใช้งานตามที่ต้องการ

การฉนวนต้องไม่เป็นต้นเหตุให้เกิดความผิดพลาด ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายหรือทำให้การ ส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าต้องหยุดชะงัก เพื่อให้เกิดความมั่นใจและแน่ใจว่าวัสดุฉนวนนั้นมีคุณสมบัติที่ดีตามที่ ต้องการ จำเป็นต้องทำการทดสอบก่อนนำไปใช้งาน การทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุฉนวนและอุปกรณ์ไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การทดสอบแบบแตกสลาย (Disruptive Test Voltage) เป็นการหาความคงทนสูงสุด ของฉนวน
2. การทดสอบความคงทนอยู่ได้ต่อแรงดันไฟฟ้า (Rated Withstand Voltage) แบบแรงดัน กระแสสลับความถี่ต่ำเป็นเวลานาน 1 นาที หรือทดสอบด้วยแรงดันอิมพัลส์แบบรูปคลื่นฟ้าผ่า หรือแรงดัน อิมพัลส์แบบสวิตชิ่ง อันเป็นการเลียนแบบแรงดันเกินที่อาจเกิดขึ้นในระยะสั้น
3. การทดสอบความทนทาน ซึ่งทดสอบด้วยแรงดันกระแสสลับความถี่ต่ำ ขนาดแรงดันทดสอบเท่ากับแรงดันสูงสุดของระบบที่ใช้งาน เป็นการทดสอบคุณภาพและอายุการใช้งานของการฉนวนด้วย

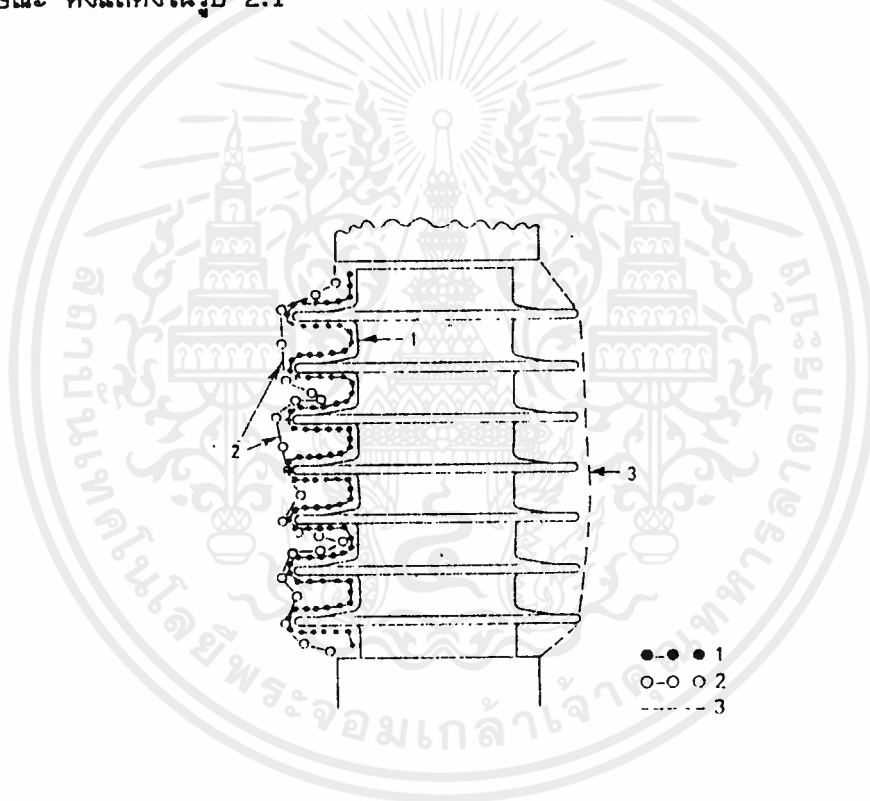
ในปฏิญานีพนธ์ฉบับนี้จะทำการทดสอบความคงทนได้ต่อแรงดันไฟฟ้าของลูกถ้วย โดยทดสอบแบบ แรงดันกระแสตรงและแรงดันอิมพัลส์แบบรูปคลื่นฟ้าผ่า หรือแบบสวิตชิ่ง

เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคการทดสอบได้ถูกต้องและรวดเร็ว จึงควรจะได้กล่าวถึง ความหมายของศัพท์เทคนิคที่ใช้เป็นสื่อความหมายในการทดสอบบางคำ ([1] IEEE Standard Techniques for High-Voltage Testing Part 1: General definitions and Test Procedure and Test Object)

2.1 ความหมายศัพท์ทั่วไป (General Definition)

2.1.1 แรงดันทดสอบแตกสลาย (Disruptive Test voltage) หมายถึง แรงดันทดสอบที่ทำให้โคอิเลคตริกเสียสภาพการฉนวน อันเนื่องมาจากความเครียดสนามไฟฟ้าที่เกิดจากแรงดันที่ป้อนทดสอบ เมื่อเกิดคิสราร์จแตกสลายจะทำให้แรงดันระหว่างอิเล็กโตรดลดต่ำลงเป็นศูนย์หรือเกือบศูนย์ และมีกระแสไหลผ่านเพิ่มขึ้นมากมาย การเกิดคิสราร์จแตกสลายอาจอยู่ในลักษณะดังต่อไปนี้

2.1.1.1 วาบไฟตามผิว เป็นการเกิดคิสราร์จบนผิวฉนวนแข็งที่ล้อมรอบด้วยฉนวนกษหรือฉนวนเหลวจะทำให้เสียสภาพการฉนวนชั่วคราว ซึ่งลักษณะการเกิดวาบไฟตามผิวบนฉนวนลูกถ้วยนั้นอาจเกิดขึ้นได้ในหลายลักษณะ ดังแสดงในรูป 2.1



รูปที่ 2.1 การเกิด Flashover ในลักษณะต่าง ๆ.

1. Surface-leakage flashover ในสภาวะเปียกเล็กน้อย
2. Partial or Complete bridging ในสภาวะเปียกมาก
3. Air-flashover โดยอาศัยหยดน้ำ

2.1.1.2 สปาร์คผ่าน (Sparkover) เป็นการเกิดเบรคดาว์ผ่านฉนวนกาซหรือฉนวนเหลวที่คั่นระหว่างอิเล็กโทรด ทำให้เสียบสภาพการฉนวนชั่วคราว

2.1.1.3 เจาะผ่าน (Puncture) เป็นการเกิดเบรคดาว์ผ่านฉนวนแข็ง ทำให้เสียบสภาพการฉนวนอย่างถาวร

2.1.2 แรงดันอิมพัลส์ (Impulse) หมายถึง ค่าแรงดันขณะทรานเซียนที่มีค่าเพิ่มขึ้นถึงค่าสูงสุดในเวลาอันสั้น และค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ จนมีค่าเป็นศูนย์ แรงดันอิมพัลส์นี้เป็นแรงดันที่สร้างขึ้นมามีรูปคลื่นเลียนแบบมาจากแรงดันที่เกิน ซึ่งเกิดจากเหตุภายนอกใน 2 ลักษณะ

- 1) แรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นฟ้าผ่า (Lightning Impulse)
- 2) แรงดันอิมพัลส์แบบสวิทซ์ซิ่ง (Switching Impulse)

ในกรณีแรกเป็นแรงดันเกินที่จำลองจากฟ้าผ่า และในกรณีที่สองเป็นแรงดันเกินที่เกิดจากสาเหตุภายในระบบส่งจ่ายกำลังเอง ซึ่งอาจเกิดจากการทำงานของสวิทซ์หรือเซอร์กิตเบรคเกอร์เมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในระบบ โดยรายละเอียดและลักษณะความแตกต่างของแรงดันอิมพัลส์แต่ละอย่าง จะขอกกล่าวถึงในบทต่อไป

ความมุ่งหมายของการสร้างแรงดันอิมพัลส์ขึ้นในห้องทดลอง ก็เพื่อที่จะนำไปทดสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปใช้งานเพื่อทดสอบว่าจะทนต่อแรงดันเกินเหล่านี้ได้หรือไม่

2.1.3 แรงดันทดสอบที่ฉนวนทนอยู่ได้ (Withstand Test Voltage) หมายถึง แรงดันทดสอบที่กำหนดที่ใช้ทดสอบความทนอยู่ได้ของฉนวนที่สภาวะกำหนด ซึ่งวัสดุหรืออุปกรณ์จะต้องทนต่อแรงดันทดสอบนี้ได้ ก็เมื่อหลังจากทดสอบแล้ว ตัวอย่างทดสอบนั้นจะไม่เกิดร่องรอยแตกสลายใดๆ

การทดสอบความทนอยู่ได้ประกอบด้วย ความทนอยู่ได้ต่อแรงดันกระแสสลับความถี่ต่ำ ใช้เวลาในการป้อนแรงดันที่แรงดันทดสอบนาน 1 นาที และความทนอยู่ได้ต่อแรงดันอิมพัลส์

- Basic Impulse Insulator Level (BIL): ทนต่อแรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่า
- Switching Impulse Insulator Level (SIL) : ทนต่อแรงดันอิมพัลส์สวิทซ์ซิ่ง

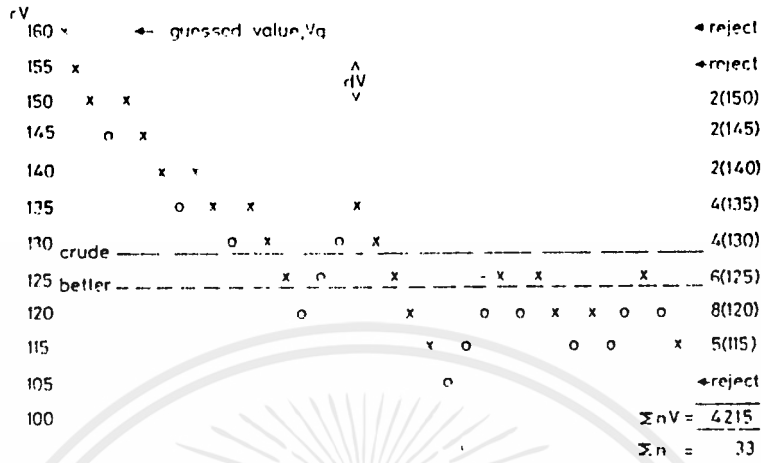
2.1.4 แรงดันไฟฟ้ามตามผิว x เพอร์เซนต์ หมายถึง ค่าแรงดันที่จะทำให้เกิดไฟฟ้ามตามผิวหรือดีสชาร์จแตกสลายผ่านฉนวน เป็นจำนวน x เพอร์เซนต์ของจำนวนครั้งที่ป้อนแรงดันให้กับตัวอย่างทดสอบ

2.1.5 แรงดันไฟวาบตามผิว 50% (50% flashover voltage) หมายถึงค่าแรงดันอิมพัลส์ที่จะทำให้เกิดไฟวาบตามผิวหรือดีสชาร์จแตกสลายผ่านฉนวน มีจำนวนครั้งเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนครั้งทั้งหมดที่ป้อนแรงดันให้กับตัวอย่างทดสอบ โดยเราสามารถหาค่าแรงดันเบรคความ 50% ด้วยการทดสอบด้วยวิธี Up and down method

2.1.6 แรงดันไฟเบรคความ 50% (50% breakdown voltage) หมายถึงค่าแรงดันอิมพัลส์ที่จะทำให้เกิดเบรคความหรือดีสชาร์จแตกสลายผ่านฉนวน มีจำนวนครั้งเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนครั้งทั้งหมดที่ป้อนแรงดันให้กับตัวอย่างทดสอบ โดยเราสามารถหาค่าแรงดันเบรคความ 50% ด้วยการทดสอบด้วยวิธี Up and down method เช่นเดียวกัน

2.1.7 วิธี Up and down method

1. วิธีนี้เริ่มต้นจากการเลือกระดับแรงดันโดยประมาณขึ้นมาค่าหนึ่งที่เราคาดว่าเป็นค่าแรงดัน 50% (V_k) และมีช่วงห่างระหว่างแรงดัน (δ) ประมาณ 3% ของค่าแรงดัน V_k
 2. เริ่มป้อนแรงดัน V_k ให้กับลูกถ้วยฉนวน ถ้าค่าแรงดันนี้ทำให้เกิดการ flashover ก็ให้เปลี่ยนค่าแรงดันใหม่โดยลดลงจากเดิมมาเป็น $V_k - \delta$ และถ้าที่ระดับแรงดันนี้ไม่ทำให้เกิดการ flashover ก็เปลี่ยนแรงดันป้อนใหม่เป็น $V_k + \delta$ บันทึกข้อมูลจากการทดลอง กระทำอย่างนี้ไปอย่างต่อเนื่องหลายๆ ครั้งจนกระทั่งเป็นที่พอใจ โดยทั่วไปจำนวนครั้งในการทดลอง (n) ควรมีค่ามากกว่า 20 ครั้ง แต่ไม่ควรเกิน 40 ครั้ง
- ดังแสดงในรูป 2.2



รูปที่ 2.2 วิธี Up and down method

x Flashover
o Withstand

3. จำนวนหาค่าแรงดัน 50% ซึ่งมีวิธีการคำนวณได้ 2 วิธี คือ

3.1 จำนวนแบบค่าเฉลี่ยต่างน้ำหนัก

3.2 จำนวนแบบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Brownlee

การคำนวณทั้งสองวิธี ให้ค่าแรงดันเบรคควาที่ใกล้เคียงกัน ขึ้นอยู่กับผู้ทดลองว่าสะดวกที่จะคำนวณแบบใด

3.1 การคำนวณแบบค่าเฉลี่ยต่างน้ำหนัก

วิธีการคำนวณแบบนี้ เป็นวิธีการคำนวณหาค่าเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ซึ่งในรูปที่ 2.2 ก็ใช้การคำนวณในลักษณะนี้ โดยจากรูปจะพบว่า กรณีที่เราใช้ค่า $n = 33$ จะได้ค่าแรงดันเบรคควา 50% ที่ไม่ละเอียดเท่าไรนัก ดังนั้นถ้าต้องการค่าที่แม่นยำขึ้น เราควรใช้ค่า $n = 36$ ครั้ง ซึ่งก็คือจำนวนครั้งทั้งหมดที่ทำการทดลองนั่นเอง

3.2 การคำนวณแบบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Brownlee

วิธีการแบบนี้ได้คิดค้นโดย Brownlee เป็นวิธีหาค่า Breakdown 50% อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งให้ผลที่แน่นอน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) กำหนด $V_0, V_1, V_2, V_3, \dots, V_i$ โดย $i = 0, 1, 2, 3, \dots$

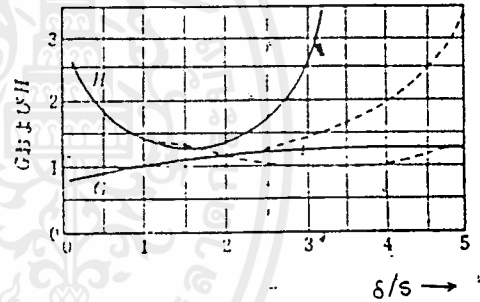
$$\begin{aligned} V_0 &= \text{ค่าแรงดันอิมพัลส์ที่เริ่มต้น} \\ \text{delta} &= \text{ความแตกต่างของแรงดันตัวที่ } i \text{ กับ } i+1 \\ &= V_1 - V_0 = V_2 - V_1 = V_3 - V_2 \end{aligned}$$

- 2) กำหนด N, Λ, B

$$N = \sum_{i=0}^{\infty} n_i, \quad n_i = \text{จำนวนเครื่องของการไม่เบรคความ}$$

$$\Lambda = \sum_{i=0}^{\infty} i * n_i$$

$$B = \sum_{i=0}^{\infty} i^2 * n_i$$



- 3) หาค่า V_{50} จากสมการ

$$V_{50} = V_0 + \text{delta} * \frac{[\Lambda \pm 1]}{N - 2}$$

$$S = 1.62 * \text{delta} * \frac{[NB - \Lambda^2 + 0.029]}{N^2}$$

$$\delta v = \frac{GS}{\sqrt{N}}, \quad \text{ค่า } G \text{ หาได้จากกราฟ}$$

$$\delta s = \frac{HS}{\sqrt{N}}, \quad \text{ค่า } H \text{ หาได้จากกราฟ}$$

โดยที่ค่า S : Standard deviation

δv ; ค่าแปรปรวนของ V_{50}

δs : ค่าแปรปรวนของ S

4) ทาค่า V_{50} และ S ได้ดังต่อไปนี้

$$V_{50} = V_0 + \frac{\Delta}{N} \pm 2 \cdot \Delta v$$

$$S = \frac{1.62 \cdot \Delta \cdot [NB - A^2 + 0.029]}{N^2} \pm 2 \cdot \Delta s$$

2.1.8 การฉนวนภายนอก (external insulation) และการฉนวนภายใน (internal insulation) การฉนวนภายนอก คือ ฉนวนอากาศกับฉนวนแข็งของอุปกรณ์ที่รับสภาวะบรรยากาศ นั่นคือ ฉนวนจะต้องทนต่อความเครียดสนามไฟฟ้าและผลของสภาพดินฟ้าอากาศ เช่น ความชื้น และสิ่งปนเปื้อนทั้งหลาย เป็นต้น ส่วนการฉนวนภายใน ซึ่งประกอบด้วยฉนวนแข็งกับฉนวนเหลว หรือก๊าซ ฉนวนภายในจะอยู่ในสิ่งที่ห่อหุ้มมิให้รับสัมผัสกับสภาวะบรรยากาศ

การฉนวนของวัสดุและอุปกรณ์จะทนต่อแรงดันไฟฟ้าได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะ และสภาพของฉนวน กำหนดด้วย

2.1.8.1 ระยะรั้ว (leakage distance or creepage distance) หมายถึง ระยะที่สั้นที่สุดระหว่างอิเล็กโตรดหรือโลหะประกอบติดลูกถ้วยฉนวน

2.1.8.2 ระยะอาร์ค (arcing distance) หมายถึง ระยะตามแนวที่เกิดอาร์คหรือสปาร์คผ่าน นั่นคือระยะที่สั้นที่สุดที่วัดระหว่างอิเล็กโตรดหรือโลหะที่ประกอบติดลูกถ้วย โดยวัดผ่านไปอากาศหรือฉนวนก๊าซหรือฉนวนเหลวที่ล้อมรอบฉนวนแข็ง ในสภาพแห้งระยะอาร์คจะยาวกว่าในสภาพเปียก หรือสภาพเปื้อน

2.2 การทดสอบลูกถ้วยในสภาวะต่างๆ

2.2.1 สภาพแห้ง (dry condition) หมายถึง ตัวอย่างที่ทดสอบอยู่ในสภาพแห้งและสะอาด โดยมีเงื่อนไขเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

2.2.2 สภาพเปียก (wet condition) หมายถึง ตัวอย่างทดสอบที่เลียนแบบสภาวะการใช้งานในสภาพเปียกฝน เพราะค่าความต้านทานที่ผิวฉนวนมีค่าลดลงอย่างมากเมื่อค่าความชื้นในอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น ดังรูป 2.3 การทดสอบแบบนี้เพื่อทดสอบผลกระทบจากฝนตกตามธรรมชาติที่มีต่อการฉนวนภายนอก

2.2.3 สภาพปนเปื้อนสิ่งสกปรก (contaminated condition) หมายถึง ตัวอย่างทดสอบที่เลียนแบบสภาวะการใช้งานในสภาพที่มีสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่น, สารเคมีในอากาศ เพื่อทดสอบผลกระทบ

จากสารเหล่านี้ที่มีต่อฉนวน เพราะในสภาพการใช้งานจริงมักจะมีสิ่งสกปรกเกิดขึ้นบนลูกถ้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่เลียงไม่ได้ การทดสอบแบบนี้ทำเพื่อตรวจสอบว่าที่ระดับแรงดันที่ใช้งานอยู่จะมีปริมาณสารปนเปื้อนได้มากเท่าไรที่จะทำให้ฉนวนยังคงทนต่อแรงดันนั้นได้ หรือเพื่อตรวจสอบว่าปริมาณสารปนเปื้อนที่กำหนดจะทนต่อแรงดันได้เท่าไร ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะการทดสอบในสภาวะนี้ออกได้เป็น 2 แบบ คือ

2.2.3.1 วิธี Predeposited Contamination Method จำแนกได้เป็น

Flow - on Method: ทำการเคลือบตัวอย่างทดสอบด้วยน้ำผสมกับสิ่งสกปรกที่ต้องการทดสอบ จากนั้นป้อนแรงดันไฟฟ้าจนเกิดการวบไฟตามผิว โดยการทดสอบในงานวิจัยนี้ใช้วิธีนี้เป็นหลัก

การทดสอบแบบนี้ยึดหลักที่ว่า ผิวของฉนวนที่ทดสอบต้องอยู่ในสภาพที่เปียกด้วยสารปนเปื้อนในระยะเวลาหนึ่ง สภาพของสารปนเปื้อนจึงต้องอยู่ในสภาพของสารละลาย ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมดังนี้

- 20 กรัม สาร Pyrogenic Silica
- 1 กรัม สาร Photographic wetting Agent (ในที่นี้ใช้สารไฟโตไฟลอร์)
- 1000 กรัม น้ำเปล่า
- 1-40 กรัม สารปนเปื้อนที่ต้องการทดสอบ

หลังจากผสมสารละลายที่ต้องการได้แล้ว ก็นำไปเคลือบฉนวนที่ต้องการทดสอบ ในกรณีที่มีจำนวนลูกถ้วยน้อยๆ ก็อาจจุ่มลงไปในสารละลายได้ทันที ส่วนในกรณีที่มีจำนวนลูกถ้วยมาก ก็ควรใช้วิธีพ่นสารละลายไปที่ผิวของลูกถ้วย ปล่อยให้แห้ง (ประมาณ 5 นาที) แล้วจึงนำลูกถ้วยมาทดสอบ

Close spray Method : ทำการเคลือบสิ่งสกปรกบนตัวอย่างทดสอบซ้ำอีกครั้งหนึ่ง โดยไม่ต้องล้างสิ่งสกปรกชั้นเดิมออก เริ่มป้อนแรงดันไฟฟ้าเมื่อค่ากระแสรั่วไหลมีค่าคงที่

Clean Fog Method : สิ่งสกปรกที่นำมาเคลือบผิวตัวอย่างทดสอบต้องแห้ง จากนั้นนำตัวอย่างทดสอบดังกล่าวเข้าไปทดลองในถังทดสอบ (Test Chamber) ที่ทำขึ้นมาเป็นพิเศษ โดยไอ (fog) จะถูกสร้างจากตัวกำเนิดไอน้ำ ทำให้ผิวฉนวนตัวอย่างทดสอบเริ่มเปียกน้ำ ส่งผลให้ค่าความต้านทานบริเวณผิว (Surface resistivity) ลดลงจนถึงค่าต่ำสุด หลังจากนั้นจึงทำการป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบ

2.2.3.2 วิธี Saline Fog Method ลักษณะการทดสอบวิธีนี้คล้ายกับการทดสอบด้วยวิธี Clean fog ต่างกันตรงที่วิธีนี้จะใช้ Saline fog ใส่เข้าไปในถังทดสอบ

2.2.3.2สภาวะบรรยากาศมาตรฐาน (Standard reference atmosphere) สภาวะบรรยากาศมาตรฐานหมายถึง ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิและความชื้นที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน เพื่อสะดวกแก่การเปรียบเทียบค่าผลที่ได้จากการทดสอบการฉนวนภายนอกในบรรยากาศ ซึ่งแต่ละมาตรฐานจะกำหนดไว้

ในกรณีที่ทำการทดลองที่ไม่ใช่สภาวะมาตรฐาน ต้องใช้แฟคเตอร์แก้ค่าที่วัดได้ไปสู่สภาวะมาตรฐาน (ภาคผนวก ข.)

2.3 ลักษณะการทดสอบลูกถ้วยฉนวน

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.354-2523 ได้มีการแบ่งการทดสอบลูกถ้วยฉนวนออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.3.1 การทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test)

การทดสอบแบบนี้เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบและพิสูจน์ว่า ลักษณะการออกแบบมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ ซึ่งประกอบไปด้วย

- 1) การทดสอบแรงดันไฟฟ้าตามผิวในสภาพแห้งและเปียกด้วยแรงดันกระแสสลับความถี่ต่ำ
- 2) การทดสอบแรงดันไฟฟ้าวาบไฟ ด้วยแรงดันอิมพัลส์ (Impulse) บวก + และ -
- 3) การทดสอบแรงดันไฟฟ้ารบกวนคลื่นวิทยุ (radio influence voltage :RIV) จัดเป็นการทดสอบเพื่อหาคุณภาพแบบไม่ทำลาย โดยปกติ ลูกถ้วยที่ใช้รองรับหรือยึดสายไฟแรงสูง จะเกิดความเครียดสนามไฟฟ้าสูงบริเวณสายไฟพาดยึดติดกับลูกถ้วย หรือส่วนที่เป็นโลหะประกอบยึดลูกถ้วย ถ้าหากว่าความเครียดสนามไฟฟ้านี้มีค่าสูงเกินกว่าที่อากาศจะทนได้ ก็จะทำให้เกิดดิสชาร์จบางส่วนหรือโคโรนา ซึ่งการเกิดดิสชาร์จแบบนี้ จะส่งคลื่นสั้นในย่านความถี่วิทยุสื่อสารแผ่กระจายออกไปรบกวนระบบสื่อสาร ฉะนั้นลูกถ้วยที่จะนำมาใช้จึงต้องผ่านการทดสอบ โดยยอมให้มีคลื่นรบกวนนี้ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด

2.3.2 การทดสอบรับรอง (Acceptance Test)

การทดสอบแบบนี้เป็นการตรวจสอบวัสดุ, อุปกรณ์ว่ายังมีคุณภาพได้ตามที่มาตรฐานกำหนดหรือไม่ เป็นการทดสอบความแข็งแรงทางกลและทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นการทดสอบที่เลียนแบบการใช้งานจริง

3. การทดสอบประจำ (Routine Test)

การทดสอบแบบนี้เป็นการทดสอบที่จัดให้มีขึ้นเป็นประจำ โดยตรวจสอบลูกถ้วยทุกๆ ลูก เพื่อตรวจสอบดูว่าลูกถ้วยไม่มีความบกพร่องจากการผลิต เช่น การทดสอบวาบไฟตามผิว

การทดสอบทั้งหมด สามารถแบ่งออกเป็นลักษณะกว้างๆ ได้ 3 ประเภท คือ

- 1) การทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าแรงสูงกระแสตรง
- 2) การทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าแรงสูงกระแสสลับ
- 3) การทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าอิมพัลส์

ดังนั้น จึงควรที่จะทำความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา ทฤษฎี และรูปแบบของแรงดันไฟฟ้าแต่ละชนิดเสียก่อนว่ามีหลักการอย่างไรบ้าง

2.4 แรงดันไฟฟ้าแรงสูงกระแสตรง (DC High Voltage)

แรงดันไฟฟ้าแรงสูงกระแสตรง สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ เช่น การเก็บสะสมประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน โดยที่ในทางปฏิบัติเราสามารถสร้างแรงดันสูงกระแสตรงนี้ได้จาก เครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Generator)

2.4.1 เครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าสถิตย์

วิธีนี้ใช้การเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยให้สนามไฟฟ้าเก็บประจุไฟฟ้าไว้บนพื้นโลหะที่ยึดด้วยฉนวน เมื่อใส่พลังงานกลเข้าไปจะไปเคลื่อนย้ายประจุไฟฟ้าไปรวมกันอยู่ที่ๆ กำหนดไว้ จะทำให้ศักย์ไฟฟ้าสูงขึ้น ตามความสัมพันธ์

$$U = \frac{Q}{C}$$

เมื่อ

U	คือ	ศักย์ไฟฟ้า
Q	คือ	ประจุไฟฟ้า
C	คือ	ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

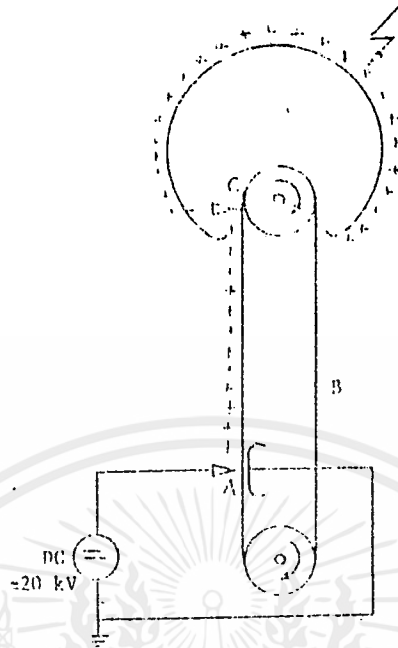
จากความสัมพันธ์ดังกล่าว จะเห็นว่าศักย์ไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของประจุ และถ้าเราสามารถทำให้ค่าความจุไฟฟ้าลดลงโดยรักษาปริมาณประจุให้คงที่ จะทำให้ค่าศักย์ไฟฟ้าสูงขึ้นได้

2.4.1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์แบบแวนเดอกราฟ (Van de Graaff)

เป็นการสร้างแรงดันไฟฟ้าสถิตย์ โดยการเก็บประจุไว้บนพื้นผิวโลก เครื่องนี้ประกอบด้วยอิเล็กโตรด A ซึ่งเป็นแบบสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูง (Highly Nonuniform) เป็นตัวทำให้เกิดโคโรนา ทำให้อิเล็กตรอนอิสระถ่ายเทลงบนสายพานฉนวนที่หมุนเคลื่อนที่รอบล้อ ประจุจะเคลื่อนไปตามสายพาน และถ่ายประจุให้กับอิเล็กโตรดแรงสูงโดยผ่านอิเล็กโตรด C ดังรูปที่ 2.3

ขีดจำกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงแบบแวนเดอกราฟนี้ก็คือ

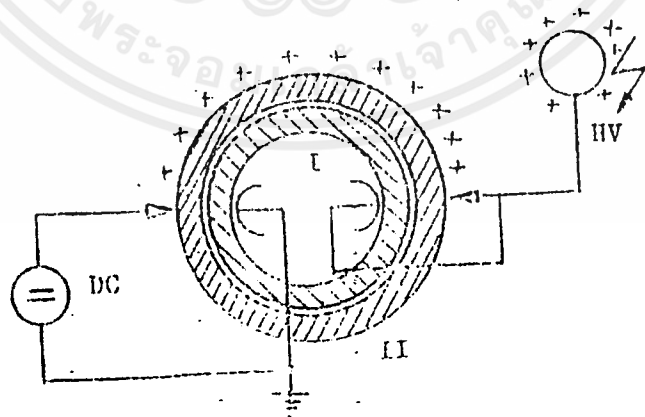
- ความหนาแน่นของประจุบนสายพาน (ประมาณ 1.6nC/cm^2)
- ถ้าสายพานอยู่ในอากาศ ค่าความคงทนต่อแรงดันไฟฟ้าของอากาศ (E_c) จะมีค่าน้อยกว่า 10^8 ($E_c < 10^8$) แต่ถ้าต้องการให้สามารถใช้กับ E_c สูงๆ ต้องบรรจุไว้ในถังก๊าซอัดความดัน เช่น N_2 , CO_2 หรือ SF_6
- ความเร็วของสายพานต้องน้อยกว่า 40 เมตร/วินาที



รูป 2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์แบบแวนเดอกราฟ

2.4.1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์แบบทรมเมล (Trommel)

เป็นการพัฒนาจากเครื่องกำเนิดแบบแวนเดอกราฟ ซึ่งมีข้อเสียเมื่อใช้ที่ความเร็วสูงๆ สายพานจะสั่นทำให้ความเครียดสนามไฟฟ้าตามแนวสายพานกระจายไม่สม่ำเสมอ จึงมีการแก้ไขโดยใช้กระบอกลมนวนร่วม 2 ชั้น ดังในรูป 2.4



รูป 2.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์แบบทรมเมล

จากรูปจะเห็นว่า กระบอกฉนวน I ซึ่งอยู่กับที่มีแกนร่วมกับกระบอกฉนวน II ซึ่งหมุนได้ ประจุอิสระที่สร้างขึ้นเช่นเดียวกับแบบแวนเดอกราฟ จะถ่ายผ่านตัวเก็บประจุนำออกไปสู่อิเล็กโตรดแรงสูง ข้อจำกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงทอสมเมล คือสามารถทนความเครียดสนามไฟฟ้าตามผิวกระบอกฉนวนได้ 20 KV/cm (โดยการบรรจุก๊าซอัดความดัน) ความเร็ว 45 เมตรต่อวินาที

ลักษณะของเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าสถิตย์

โดยหลักการแล้ว เราถือว่าเป็นตัวจ่ายที่ให้กระแสที่ ดังนั้นการที่จะให้ได้แรงดันที่คงที่นั้น ต้องให้ตัวสร้างประจุป้อนให้กับสายพานฉนวนอย่างต่อเนื่องและคงที่ เส้นกราฟของแรงดันที่ผลิตได้กับกระแสจะเป็นดังรูป 2.5



รูป 2.5 เส้นกราฟแสดงลักษณะของเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าสถิตย์

โดย I_{max} คือ กระแสเมื่อลัดวงจร หรืออิมพัลส์
 U_{max} คือ แรงดันสูงสุดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสร้างขึ้น

ทั้งนี้ค่าแฟคเตอร์คลื่นระลอก (Ripple Factor) ต้องมีค่าต่ำมาก นอกจากนี้เรายังสามารถสร้างแรงดันกระแสตรงแรงสูงได้โดยวิธีอื่น เช่นโดยการใช้เรกติไฟเออร์ (Rectifier)

2.4.2 เครื่องกำเนิดแรงดันโดยเรกติฟายเออร์

2.4.2.1 วงจรชั้นบันไดสร้างแรงดันกระแสตรง (Cascade circuit for DC high voltage) เป็นการนำวงจรแรงดันสองเท่า (Voltage Double Circuit) มาต่อซ้อนกันเป็นชั้นบันได ตามหลักการของคอคครอฟ-วอลตัน (Cockcroft-Walton) ซึ่งเป็นแบบที่ใช้กันในห้องปฏิบัติการของเรา มีรายละเอียดดังนี้

ชุดกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 600 กิโลโวลต์

1. เครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 600 กิโลโวลต์ ชนิดใช้ในอาคาร ระบายความร้อนด้วยน้ำมัน

พิกัดด้านอินพุท	ความถี่	50	เฮิรตซ์
	แรงดันกระแสสลับ	220	โวลต์
	ขนาดพิกัดกำลัง	12	กิโลโวลต์
พิกัดด้านเอาต์พุท	แรงดันกระแสตรง	0-600	กิโลโวลต์
	กระแส	10	มิลลิแอมป์

2. ตู้ควบคุมแบบใช้ในอาคาร พิกัดการใช้งานที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์ แรงดัน 220 โวลต์ ประกอบด้วย

1. โวลต์มิเตอร์กระแสสลับ แสดงแรงดันอินพุท 0-300 โวลต์
2. แอมป์มิเตอร์กระแสสลับ แสดงกระแสอินพุท 0-50 แอมป์
3. โวลต์มิเตอร์กระแสตรง แสดงแรงดันเอาต์พุท 0-600 กิโลโวลต์
4. แอมป์มิเตอร์กระแสตรง แสดงกระแสเอาต์พุท 0-10 มิลลิแอมป์
5. แอมป์มิเตอร์แบบเคลื่อนย้ายได้ชนิดต่างๆ

2.4.3 การทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าแรงสูงกระแสตรง

การทดสอบด้วยแรงดันชนิดนี้ มีข้อกำหนดในการทดสอบ

2.4.3.1 แรงดันทดสอบที่ป้อนให้แก่วัสดุทดสอบ จะต้องเป็นแรงดันกระแสตรงที่มีค่าแฟคเตอร์คลื่นระลอกไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นแต่จะมีการกำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์ทดสอบไว้ต่างหาก และจะต้องคำนึงด้วยว่าเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบเข้าในระบบแล้ว จะมีผลต่อค่าแฟคเตอร์คลื่นระลอกด้วย

2.4.3.2 ปริมาณที่จะต้องวัดในการทดสอบ ประกอบด้วย

- 1) ค่าเฉลี่ยของแรงดันทดสอบ ซึ่งจะผิดพลาดได้ไม่เกิน 3%
- 2) ขนาดของแรงดันค่ายอด ซึ่งผิดพลาดได้ไม่เกิน 10% ของคลื่นระลอกจริง หรือไม่เกิน 1% ของค่าเฉลี่ยของแรงดันทดสอบ

โดยที่รายละเอียดในการวัดจะขึ้นอยู่กับระบบที่ทำการทดสอบ ในขณะที่เราติดตั้งระบบการวัด จะ

ต้องแสดงถึงรายละเอียดเหล่านี้

- 1) ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณ (Scale Factor) และช่วงที่ใช้งานที่ถูกต้องของค่านี้ โดยค่าแฟคเตอร์ตัวคูณจะใช้คูณกับค่าเอาท์พุทที่อ่านได้ เพื่อแสดงให้ทราบว่าอินพุทที่ป้อนให้แก่ระบบมีค่าเท่าไร ซึ่งค่านี้สามารถแสดงได้เป็น ค่าคงที่ค่าหนึ่งหรือแสดงเป็นช่วงความถี่ก็ได้
- 2) คุณสมบัติในการตอบสนองของระบบ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับค่าแรงดันหรือกระแสที่จะทำการวัด
- 3) อิทธิพลต่อวัสดุข้างเคียงที่มีผลต่อค่าแฟคเตอร์ตัวคูณและต่อระบบการตอบสนอง ไม่ว่าจะวัดนั้นจะอยู่ในสภาพที่ถูกต่อลงดิน (Grounded) หรือถูกให้พลังงาน (Energized) ซึ่งระบบการวัดซึ่งต้องบอกถึงระยะปลอดภัยต่ำสุด (Minimum Clearance) ของวัตถุข้างเคียงอีกด้วย
- 4) ผลของขนาดและช่วงการทำงานของแรงดัน และกระแสที่ป้อนให้แก่ระบบ รวมทั้งสภาวะแวดล้อมขณะทำการทดสอบตลอดจนความสกรกของผิวหนังวัสดุทดสอบ
- 5) ความสามารถของระบบการวัด ในการทำงานที่ค่ากระแสและแรงดันพิกัดสูงๆ

2.4.4 ขบวนการที่ใช้ในการทดสอบ ประกอบด้วย

2.4.4.1 การทดสอบช่วงระยะสั้น (Rated Withstand Voltage Tests) ทำการป้อนแรงดันแก่อุปกรณ์ทดสอบโดยค่าแรงดันเริ่มแรกที่ใช้ จะต้องมีค่าต่ำพอที่จะไม่ทำให้เกิดแรงดันเกิน (Over Voltage) อันมีสาเหตุมาจากสวิตช์ที่ทรานเซียน (Switch Transient :แรงดันที่ขนาดเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาอันสั้น) หลังจากนั้น ทำการเพิ่มแรงดันขึ้นช้าๆ ในขนาดที่สามารถอ่านค่าที่วัดได้ละเอียดตามต้องการ ซึ่งขั้นตอนในการเพิ่มแรงดันอย่างช้าๆ นี้ ต้องไม่ทำให้ความเครียดของอุปกรณ์ทดสอบมีค่าสูงจนเกินความจำเป็น โดยปกติแล้วที่แรงดันเกิน 70% ของแรงดันที่เราคาดการณ์ไว้จะนิยมเพิ่มแรงดันขึ้นด้วยอัตรา 2% ของแรงดันทดสอบต่อวินาที และรักษาระดับแรงดันนี้ไว้ ประมาณ 1 นาที ถ้าวัสดุทดสอบสามารถทนระดับแรงดันนี้ได้โดยไม่เกิดการคายประจุแบบดิสรัปทีฟ (Disruptive) เสียก่อน ก็แสดงว่า วัสดุทดสอบนี้ผ่านการทดสอบแบบช่วงระยะสั้นได้

2.4.4.2 การทดสอบแรงดันดิสชาร์จแบบแตกสลาย (Assured Disruptive Discharge Voltage Tests) เป็นการทดสอบแรงดันดิสชาร์จแบบแตกสลายที่เกิดขึ้นจริง ๆ โดยขั้นตอนในการทดสอบก็เหมือนกับในแบบการทดสอบระยะสั้น เพียงแต่เราจะทำการเพิ่มแรงดันจนกระทั่งเกิดการดิสชาร์จแบบแตกสลายที่วัสดุทดสอบ การทดสอบแบบนี้เป็นการทดสอบเพื่อดูการแตกสลายหรือเสียสภาพฉนวนจากความเครียดสนามไฟฟ้า ซึ่งจะสามารถทำให้ทราบว่าวัสดุทดสอบนั้น สามารถทนแรงดันได้สูงสุดเท่าไร ซึ่งต่างจากการทดสอบแบบช่วงระยะสั้น โดยเป็นการทดสอบเพื่อดูว่าวัสดุทดสอบสามารถทนต่อแรงดันเกินได้หรือไม่

นอกจากนี้ ยังมี การทดสอบเพื่อดูอายุการใช้งานของฉนวนทดสอบด้วยแรงดันกระแสสลับความถี่ต่ำ (Endurance Test) ซึ่งไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

2.4.5 ข้อควรระวังและสิ่งที่จะทำให้เกิดการผิดพลาดในการทดสอบ

2.4.5.1 ในขณะที่ทำการทดสอบด้วยความต้านทานสูงๆ โดยใช้แรงดันกระแสตรง ต้องระวังข้อผิดพลาดเนื่องจากกระแสโคโรนา ที่ผิวหน้าของวัสดุฉนวนที่สกปรกหรือมีความชื้น ดังนั้นในการทดสอบ จึงควรใช้ไอเลคโตรดที่กลมมน และมีผิวหน้าราบเรียบที่สุด

2.4.5.2 ข้อผิดพลาดในการทดสอบอาจเกิดจากคุณสมบัติของตัวต้านทาน ซึ่งมักจะผิดพลาดไปเมื่อระดับแรงดันหรืออุณหภูมิทดสอบสูงๆ

2.4.5.3 สำหรับเครื่องวัดแรงดันแบบไฟฟ้าสถิตย์ อาจมีความผิดพลาดเนื่องมาจากความเพี้ยน (Distortion) ของสนามไฟฟ้าไปในอากาศ หรือตามผิวหน้าของฉนวน ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามประจุไฟฟ้าสถิตย์ที่เกิดขึ้น

2.5 แรงดันไฟฟ้าแรงสูงกระแสสลับ (AC High Voltage)

แรงดันสูงกระแสสลับความถี่ต่ำอาจได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือการแปลงแรงดันให้สูงขึ้นด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า

2.5.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

โครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องฝังขดลวดหุ้มฉนวนลงไปในร่องแกนเหล็ก แต่การฉนวนดังกล่าวนี้ไม่เหมาะสำหรับการสร้างแรงดันสูงๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ขดลวดของสเตเตอร์จะมีความเครียดสนามไฟฟ้าสูง อาจเกิดคิสซาร์จตามผิวได้ง่าย ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยทั่วไปจึงสามารถผลิตแรงดันได้เพียง 30-35 กิโลโวลต์ ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมเท่าไรนัก

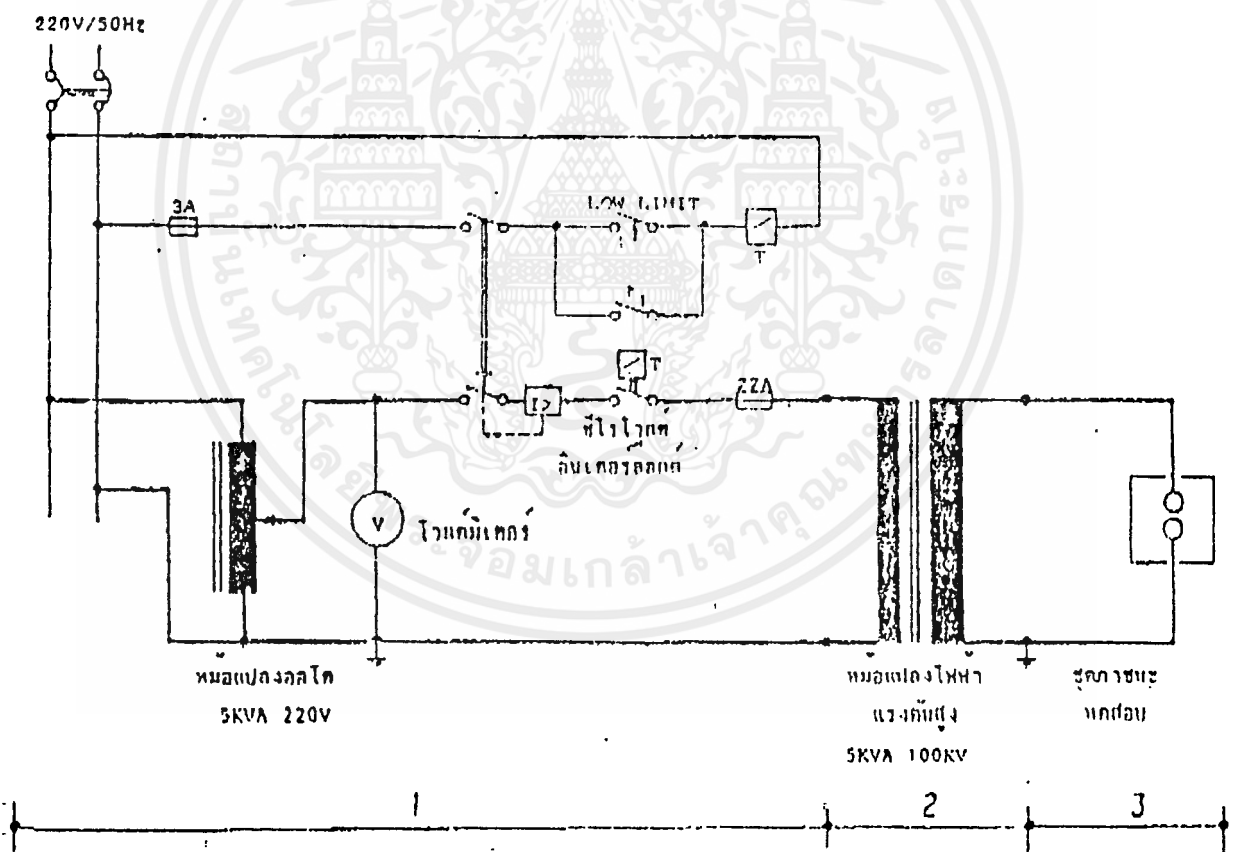
2.5.2 หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับถ่ายเทกำลังงานไฟฟ้า จากแรงดันระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่ง ซึ่งอาจสูงขึ้นหรือต่ำลงก็ได้ การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของขดลวดที่อยู่ในสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

1. หม้อแปลงทดสอบ : หม้อแปลงทดสอบ เป็นหม้อแปลงที่ใช้สร้างแรงดันสูงสำหรับใช้ทดสอบวัสดุหรืออุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ในระบบส่งจ่ายแรงสูง เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับแรงสูง วิจัยปัญหาความเปราะเปื้อนบนลูกถ้วยฉนวน หากคุณลักษณะของลูกถ้วยที่สภาวะบรรยากาศต่างๆ

2. ชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้า : ทำหน้าที่ควบคุมการเปิดวงจรที่จ่ายไฟให้กับตัวหม้อแปลงเมื่อเกิดการเบรคความขึ้นที่อุปกรณ์ทดสอบ วงจรที่แสดงถึงการทำงานของชุดทดลองไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสสลับพิจารณาได้จากรูป 2.6 ซึ่งแบ่งชุดวงจรออกได้เป็น 3 ส่วนสำคัญ ๆ ดังนี้

- หน่วยควบคุมแรงดันทดสอบ
- หม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูง
- ชุดภาระทดสอบ



รูป 2.6 แผนผังวงจรชุดทดลองไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการการทำงานของชุดควบคุมมีลำดับการทำงานดังนี้ คือ

1. เมื่อเราทำการเปิดเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะมีกระแสไหลเข้าสู่ชุดควบคุม แรงดันไฟฟ้าที่ใช้คือ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ แต่ชุดควบคุมจะยังไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากสวิตช์ของอุปกรณ์ตัดคอนยัง ไม่อยู่ในสถานะ ON

2. ทำการ ON สวิตช์ของอุปกรณ์ตัดคอน โดยที่ก่อนทำการ ON นั้น ตำแหน่งของแรงดันไฟฟ้าที่ ป้อนให้แก่หม้อแปลงจะต้องเริ่มต้นที่ 0 โวลต์ ถ้าหากไม่อยู่ที่ 0 โวลต์ สวิตช์ Low Limit จะต้องอยู่ใน สถานะเปิดวงจร ชุดแมคเนติกคอนแทคเตอร์จะยังคงเปิดวงจรอยู่ ทำให้วงจรไม่สามารถทำงานได้ (การติดชุด Low Limit ก็เพื่อป้องกันในกรณีที่เกิดการลัดวงจร และไม่ได้หมุนตัวอัตโนมัติให้อยู่ที่ตำแหน่ง 0 โวลต์ เมื่อทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง จะทำให้เกิดกระแสกระชากขึ้น ซึ่งอาจทำให้เกิดผลเสียแก่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ และอาจเกิดอันตรายได้)

3. เมื่อเริ่มทำการทดลอง ออโตทรานฟอร์มเมอร์อยู่ในตำแหน่ง 0 โวลต์ สวิตช์ Low Limit จะทำการปิดวงจร แสดงว่าชุดควบคุมพร้อมที่จะทำงาน

4. ขณะทำการปรับออโตทรานฟอร์มเมอร์ ควรปรับอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ ในอัตราประมาณ 2 กิโลโวลต์ต่อ 1 วินาที จนถึงจุดที่เกิดการเบรคคาวน์ ชุดควบคุมก็จะทำการเปิดวงจรออก การอ่านค่า แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการเบรคคาวน์ก็อ่านได้จากโวลท์มิเตอร์ ซึ่งต่อคร่อมตัวออโตทรานฟอร์มเมอร์ ดังนั้นเมื่อการเปิดวงจร ก็จะไม่มีการเพิ่มของโวลท์มิเตอร์ตกลง

หลักการการทำงานของตัวตัดวงจร คือเมื่อทำการเบรคคาวน์ของอุปกรณ์ทดสอบขึ้น อุปกรณ์ตัด วงจรทำหน้าที่ในการตัดวงจร เราจะเรียกตัวตัดวงจรนี้ว่ารีเลย์ตัดกระแสเกิน (Current Trip Relay) หลักการเบื้องต้นในการทริปกระแส ก็คือ เมื่อเกิดการเบรคคาวน์ขึ้น ขดลวดทุติยภูมิของทุติยภูมิ ของหม้อแปลงจะมีลักษณะคล้ายกับอยู่ในสภาพลัดวงจร ดังนั้นจะทำให้มีกระแสไหลมากกว่าปกติ (ประมาณ 25 แอมป์) เกิดขึ้นที่ขดลวดปฐมภูมิ ดังนั้นเมื่อมีกระแสเกิดขึ้น จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กเพียงพอที่จะทำ ให้เกิดการดูดแผ่นโลหะ (Plate) ซึ่งแผ่นโลหะนี้จะเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัสที่ใช้ในการเปิด-ปิดวงจรใน ลักษณะทางกล ซึ่งจะทำให้เกิดการเปิดวงจรตามมา รีเลย์ตัดกระแสเกินนี้เมื่อยังไม่เกิดการเบรคคาวน์ ของอุปกรณ์ทดสอบ จะยอมให้กระแสไหลผ่านได้ประมาณ 1 แอมป์ โดยที่ใช้อำนาจในการสร้างสนามแม่ เหล็กไม่เพียงพอที่จะดูดแผ่นโลหะให้สามารถเปิดวงจรได้

2.5.3 อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

2.5.3.1 อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลองและลักษณะการจัดวางของอุปกรณ์ออกแบบให้มีความง่าย, สะดวก และถูกต้อง ตามหลักวิชาการ ในการวัดค่าแรงดันเบรคคาวน์ของอุปกรณ์ทดสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรคำนึงถึง ความปลอดภัยของผู้ทำการทดลองเป็นอันดับแรก

อุปกรณ์การทดลอง จะสามารถแยกออกเป็นส่วนๆ ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. หน่วยควบคุมแรงดันทดสอบ (Voltage control unit)
2. หม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูง (High voltage transformer)
3. อุปกรณ์ทดสอบ (ลูกถ้วย)

ก. ชุดทดสอบไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูง

ชุดทดสอบไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงในส่วนที่ 1 และ 2 ออกแบบและผลิตโดย บริษัทฟอสเตอร์ทรานฟอร์มเมอร์ เป็นโมเดล F4 โดยมีส่วนของหน่วยควบคุมแรงดันไฟฟ้าทดสอบ (รูปที่ 2.6) แยกจากหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูง ทำให้สามารถแยกหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูงซึ่งเป็นส่วนที่อันตรายให้อยู่คนละห้องกับหน่วยควบคุมแรงดันทดสอบซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ทดสอบเป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ทำการทดสอบ

ขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูงได้รับการจ่ายไฟจากหม้อแปลงออตที่อยู่ในหน่วยควบคุมแรงดันทดสอบผ่านทางสายเคเบิลแรงดันต่ำ ซึ่งสามารถทำให้แรงดันทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 0 โวลต์ จนถึงค่าที่ต้องการโดยการปรับด้วยมือ และหลีกเลี่ยงผลของแรงดันเกินอันอาจเกิดขึ้นได้ระหว่างทำการทดสอบ ชุดทดสอบและวัสดุทดสอบ มีการป้องกันโดยใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์ 1 โพล ต่ออนุกรมกับวงจรทางด้านปฐมภูมิ เซอร์กิตเบรกเกอร์ถูกตั้งให้ทำการตัดวงจรภายในเวลา 0.01 วินาที เมื่อมีกระแสสูงขึ้น เนื่องมาจากการเบรคดาวน์ของอุปกรณ์ทดสอบ ส่วนวิธีการรีเซ็ตอินเตอร์ล๊อค นำมาใช้เพื่อให้เกิดความมั่นใจได้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูง จะจ่ายไฟที่ค่าต่ำสุด

แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุท ถูกวัดจากทางด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลงโดยโวลต์มิเตอร์ที่มีสองสเกล ซึ่งอยู่ในส่วนของหน่วยควบคุมแรงดันทดสอบแต่ละสเกล จะอ่านเป็นค่ากิโลโวลต์ที่เป็นค่ารูตมีนสแควร์ได้โดยตรง ซึ่งสเกลแรกจะมีค่าสูงสุดคือ 55 กิโลโวลต์ และสเกลที่สองจะมีค่าสูงสุดที่ 120 กิโลโวลต์ หลังจากที่ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรหม้อแปลงแรงดันสูงออก โวลต์มิเตอร์จะยังคงแสดงค่าแรงดันเบรคดาวน์อยู่

ข. อุปกรณ์ทดสอบ

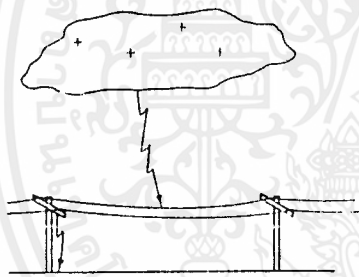
อุปกรณ์ทดสอบที่นำมาใช้ได้แก่ ลูกถ้วยแขวนแบบปอร์ชเลนและแก้วเหนียว การต่อวงจรจากหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูงเข้ากับลูกถ้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.6

2.6 แรงดันอิมพัลส์ (Impulse)

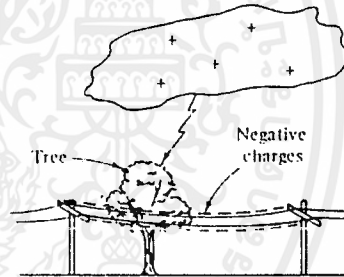
แรงดันอิมพัลส์ คือ แรงดันที่จำลองลักษณะแรงดันเกินในระบบส่งกำลังซึ่งลักษณะแรงดันเกินในระบบส่งกำลังมีสาเหตุหลักอยู่ 3 ประการ คือ ฟาฟ้า, สวิตชิง และการตัดต่อวงจรด้วยพิกัดแรงดันสูง

2.6.1 คลื่นฟาฟ้า

ฟาฟ้า มีสาเหตุเกิดจากการที่ก้อนเมฆเก็บสะสมประจุไฟฟ้าจากผลของฝนที่ตกและกระแสการหมุนเวียนอากาศ เมื่อประจุเคลื่อนลงมาสู่สายโอเวอร์เฮดซึ่งมีทั้งโดยการผ่าโดยตรง (รูป 2.7) และโดยทางอ้อม (รูป 2.8) ทำให้ค่าแรงดันในสายเพิ่มขึ้น



รูป 2.7 แสดงฟาฟ้าโดยตรง



รูป 2.8 แสดงฟาฟ้าโดยอ้อม

ในการผ่าโดยตรง เส้นทางฟาฟ้าจะผ่าโดยตรงจากกลุ่มเมฆสู่วัตถุ (สายโอเวอร์เฮด) ซึ่งในสายจะเกิดแรงดันและกระแสที่สูงเกิดขึ้น แรงดันจะวิ่งผ่านฉนวนและเกิดวาทไฟตามผิวลงดิน

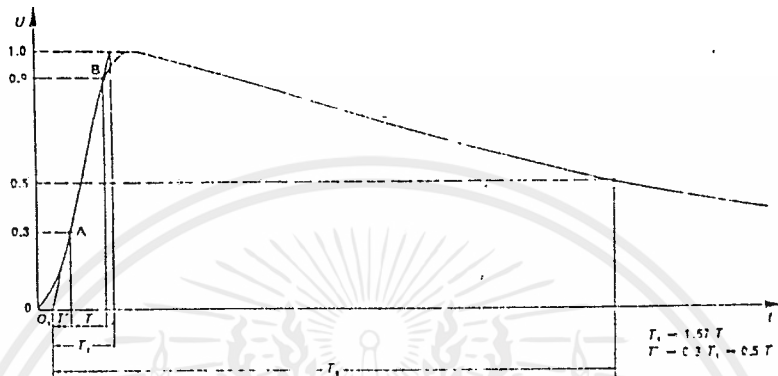
ในการผ่าโดยทางอ้อม เส้นทางฟาฟ้าจะผ่าวัตถุที่อยู่ใกล้เคียง เช่น ต้นไม้ ดังรูป แรงดันที่ปรากฏสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อกลุ่มเมฆอยู่เหนือสายส่ง กลุ่มประจุบวกจะนำกลุ่มประจุลบจากกระยะไกลและนำประจุลบอยู่บริเวณสายส่งภายใต้กลุ่มเมฆ ดังรูป

แรงดันบนสายส่งจะเป็นศูนย์ ถ้าสันนิษฐานว่ากลุ่มเมฆจะคายประจุเมื่อเกิดฟาฟ้าที่เวลาเป็นศูนย์ กลุ่มประจุบวกจะหายไปทันทีเหลือแต่กลุ่มประจุลบมากมาย ทำให้บนสายส่งกลายเป็นแรงดันลบเมื่อเทียบกับพื้นดินไปโดยปริยาย

2.6.2 การทดสอบด้วยแรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่า

2.6.2.1 นิยามสำหรับแรงดันทดสอบอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่า

1. แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าสมบูรณ์ เป็นแรงดันอิมพัลส์ที่ไม่ถูกรบกวนด้วยคิส์รฟที่พหิตีส์ซาร์จ



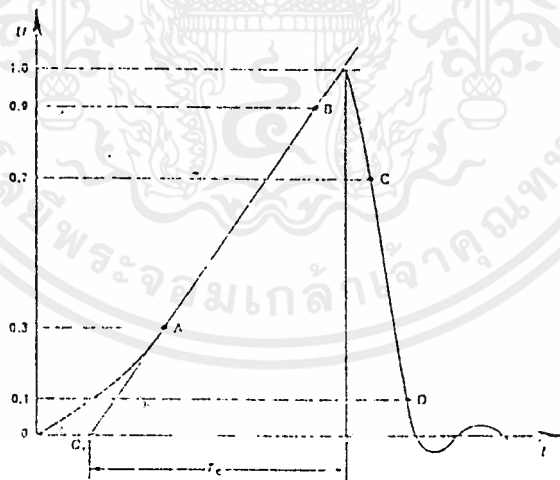
รูป 2.9 แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าสมบูรณ์

2. แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าถูกตัด เป็นแรงดันอิมพัลส์ชนิดที่ถูกกรบกวนโดยกันที่ด้วยคิส์รฟที่พหิตีส์ซาร์จ เป็นสาเหตุของการลดระดับแรงดันอย่างรวดเร็ว ซึ่งในความเป็นจริง ค่าแรงดันจะลดสู่ค่าศูนย์ การลดระดับที่เกิดขึ้นนี้สามารถเกิดได้ทั้งส่วนหน้า, ส่วนยอด และส่วนหางคลื่น
3. ค่าแรงดันทดสอบ คือค่ายอดของแรงดันอิมพัลส์ที่คลื่นเรียบ
4. ช่วงเวลาน้ำคลื่น T_1 ถูกกำหนดว่าต้องเท่ากับ 1.67 เท่าของช่วงเวลา T คือช่วงเวลาชั่วขณะชั่วขณะระหว่างที่แรงดันอิมพัลส์มีค่า 30 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ของค่าแรงดันสูงสุด (จุด A และ B)
5. จุดกำเนิดคลื่น O_1 คือจุดที่คลื่นก่อเกิดขึ้นและนำไปสู่จุด A ในเวลา $0.3 \times T_1$ สำหรับแผนภาพเราสามารถหาจุดกำเนิดคลื่นจากการลากเส้นตรงผ่านระหว่างจุด A และ B ในช่วงหน้าคลื่น จุดที่ตัดแกน x คือ จุดกำเนิดคลื่น
6. ช่วงเวลาสู่ค่ากึ่งหนึ่ง T_2 คือ ช่วงเวลาระหว่างจุดกำเนิดคลื่นและจุดที่คลื่นมีค่าลดลงครึ่งหนึ่งของค่าสูงสุดบริเวณหางคลื่น

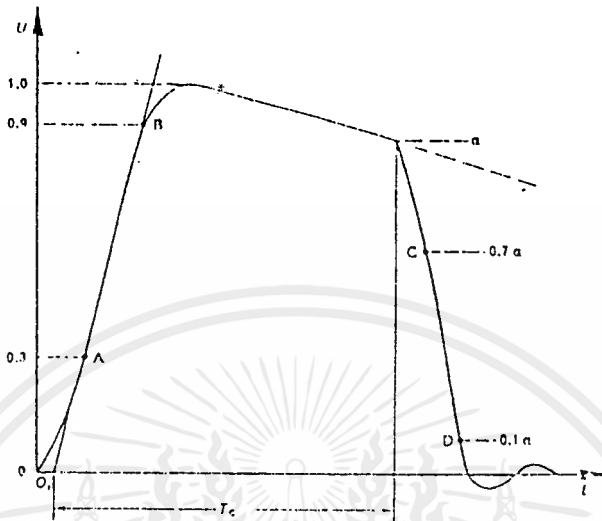
2.6.2.2 นิยามโดยทั่วไปสำหรับแรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าถูกตัด

โดยทั่วไป การตัดที่เกิดขึ้นกับแรงดันอิมพัลส์จะมีลักษณะที่เกิดจากความไม่ต่อเนื่องในตอนแรก, (Initial Discontinuity) การลดระดับของแรงดัน ซึ่งตกสู่ศูนย์หรือใกล้เคียงศูนย์ ซึ่งอาจจะเกิดการสั่นด้วยก็ได้ (ดูรูป 2.12 และ 2.13)

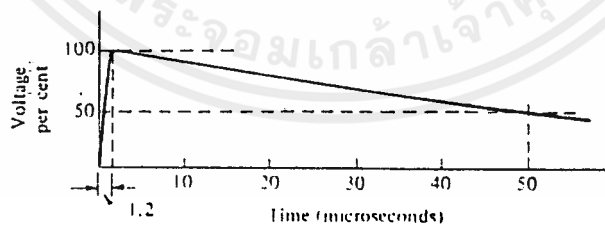
1. การตัดโดยทันที (Instant of Chopping) เกิดขึ้นเมื่อมีความไม่ต่อเนื่องในตอนแรก
2. ค่าแรงดันเมื่อเกิดการตัดโดยทันที คือค่าแรงดันขณะเกิดความไม่ต่อเนื่องในตอนแรก
3. เวลาในการตัด T_c คือช่วงเวลาระหว่างจุดกำเนิดคลื่นจนถึงขณะที่แรงดันถูกตัด
4. คุณลักษณะที่เกี่ยวกับค่าแรงดันที่ลดลงอย่างรวดเร็วขณะเกิดการตัดคลื่น ลักษณะของแรงดันที่ลดลงในช่วงที่คลื่นถูกตัดจะถูกกำหนดขึ้นในรูปของจุด C และจุด D ซึ่งเป็นจุดที่ค่าแรงดันเท่ากับ 70 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ดูรูป 12.2 และ 12.3) ช่วงระยะเวลาลดลงที่แท้จริงของการลดลงจะเท่ากับ 1.67 เท่าของเวลาระหว่างจุด C และ D ค่าความชันที่แท้จริงของการลดลงจะเป็นสัดส่วนของแรงดันขณะเกิดการตัดและช่วงเวลาที่แท้จริงของการลดแรงดัน



รูป 2.10: แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าโค่นตัดด้านหน้าคลื่น



รูป 2.11 แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าโดนตัดด้านหางคลื่น



รูป 2.12 แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่ามาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 แรงดันทดสอบ

2.6.3.1 แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่ามาตรฐาน

แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่ามาตรฐาน คือแรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าสมบูร์มที่มีค่าเวลาหน้าคลื่นที่แท้จริงเท่ากับ 1.2 ไมโครวินาที และค่าเวลาลดลงสู่กึ่งหนึ่งที่แท้จริงเท่ากับ 50 ไมโครวินาที

2.6.3.2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ คือค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างค่าที่แท้จริงของแรงดันอิมพัลส์มาตรฐาน และค่าที่บันทึกได้จริงจะถูกยอมรับโดย

ค่ายอดคลื่น	\pm	3	เปอร์เซ็นต์
ค่าเวลาหน้าคลื่น	\pm	30	เปอร์เซ็นต์
เวลาสู่ค่ากึ่งหนึ่ง	\pm	20	เปอร์เซ็นต์

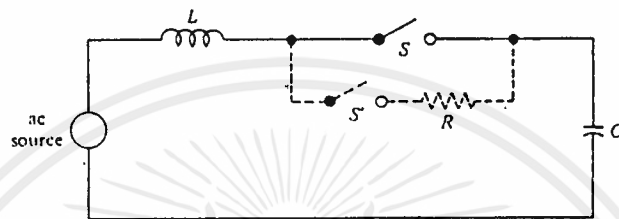
แรงดันอิมพัลส์ต้องมีลักษณะดำเนินไปในทิศทางเดียวกัน

2.6.3.3 แรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่าถูกตัดมาตรฐาน คือแรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าผ่ามาตรฐานที่ถูกตัดโดยระยะช่องว่างภายนอก (External gap) ภายในระยะเวลา 2-5 ไมโครวินาที การตัดในเวลาอื่นถือเป็นกรณีพิเศษ เพราะสาเหตุจากในทางปฏิบัติสามารถวัดได้ยาก ช่วงระยะเวลาที่แท้จริงที่แรงดันลดระดับอย่างรวดเร็ว จึงไม่สามารถใช้เป็นมาตรฐาน คุณสมบัตินี้มีความสำคัญเฉพาะบางวงจรทดสอบพิเศษ

2.6.3.4 การกำเนิดแรงดันทดสอบ แรงดันอิมพัลส์จะเกิดจากเครื่องกำเนิดแรงดันอิมพัลส์ ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือจำนวนตัวเก็บประจุซึ่งจะเก็บประจุแบบขนาน (Charged in parallel) จากแหล่งกำเนิดแรงดันกระแสตรง และคายประจุแบบอนุกรม (Discharged in series) สู่วงจรซึ่งรวมถึงวัสดุทดสอบและระบบการวัด

2.6.4 คลื่นสวิตชิง

การเปิด-ปิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือการสวิตชิงนี้ ก็มีผลทำให้เกิดแรงดันขึ้นได้ มีวงจรอย่างง่ายที่จะอธิบายสาเหตุของการเกิดสวิตชิงขึ้น ดังในรูป 2.12



รูป 2.13 วงจรสวิตชิงที่ทำให้เกิดแรงดันเกิน

ในวงจรนี้ ค่า L จะแทนค่าความเหนี่ยวนำของหม้อแปลง, ค่า C จะแสดงค่าคาปาซิเตอร์ของสายส่งกำลัง เมื่อสวิตช์ S ปิดลง จะเกิดการสั้นของแรงดันด้วยค่าความถี่

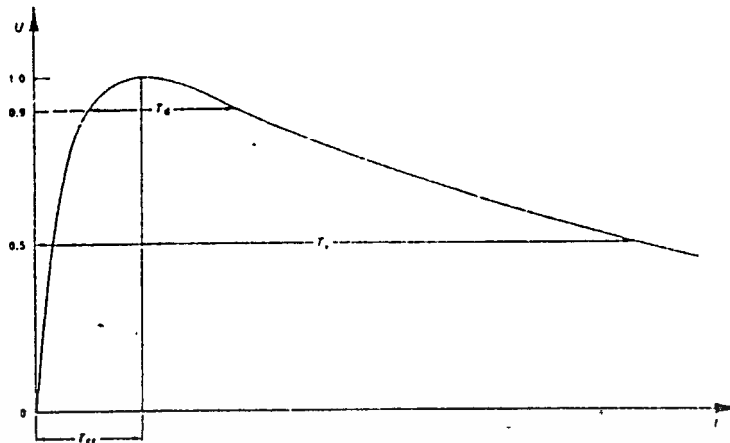
$$f = \frac{1}{2 LC}$$

2.6.5 การทดสอบด้วยแรงดันอิมพัลส์ชนิดสวิตชิง

2.6.5.1 นิยามสำหรับแรงดันทดสอบอิมพัลส์ชนิดสวิตชิง

1. แรงดันอิมพัลส์ชนิดสวิตชิง

แรงดันอิมพัลส์ชนิดสวิตชิงจะแตกต่างกับแรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าฟ้าที่ได้กล่าวมาตรงที่แรงดันอิมพัลส์ชนิดสวิตชิง จะมีช่วงระยะเวลาหน้าคลื่นน้อยเมื่อเทียบกับแรงดันอิมพัลส์ชนิดคลื่นฟ้าฟ้ามาก แต่จะมีช่วงระยะเวลาทั้งหมดนานกว่า



รูป 2.14 แรงดันอิมพัลส์ชนิดสวิตช์ซึ่งสมบูรณ์

2. เวลาสู่ค่ายอด T_{cr} คือระยะเวลาระหว่างจุดกำเนิดคลื่นจริง จนถึงขณะที่แรงดันมีค่าสูงสุด
3. ช่วงเวลาสู่ค่ากึ่งหนึ่ง T_2 คือระยะเวลาระหว่างจุดกำเนิดคลื่นจริงจนถึงขณะที่แรงดันมีค่าลดลงช่วงแรกถึงค่าครึ่งหนึ่งของค่าสูงสุดบริเวณทางคลื่น
4. เวลาเหนือค่า 90 เปอร์เซ็นต์ T_d คือระยะเวลาระหว่างที่แรงดันอิมพัลส์มีค่าเกิน 90 เปอร์เซ็นต์ของค่าสูงสุด
5. เวลาในการตัด T_c คือระยะเวลาระหว่างจุดกำเนิดคลื่นจริงจนถึงขณะที่แรงดันถูกตัด

2.6.6 แรงดันทดสอบ

2.6.6.1 แรงดันอิมพัลส์ชนิดสวิตช์ซึ่งมาตรฐาน คือ แรงดันอิมพัลส์ที่มีเวลาสู่ค่ายอด T_{cr} เท่ากับ 250 ไมโครวินาที และมีเวลาสู่ค่ากึ่งหนึ่ง T_2 เท่ากับ 2500 ไมโครวินาที ซึ่งมักจะเขียนเป็นคลื่นอิมพัลส์แบบ 250/2500

2.6.6.2 แรงดันอิมพัลส์ชนิดสวิตช์ซึ่งพิเศษ คือ แรงดันอิมพัลส์ชนิดสวิตช์ซึ่งแบบ 100/2500 และแบบ 500/2500 นอกจากนี้ ยังอาจมีการแกว่งไกวโดยมีครึ่งคาบแรกอยู่ในช่วงเวลา 2000–3000 ไมโครวินาที และอาจมีค่ายอดคลื่นของครึ่งคาบที่สองในแบบทั้งสองข้างประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของครึ่งคาบแรกด้วย

2.6.6.3 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ คือค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างค่าที่แท้จริงของแรงดันอิมพัลส์มาตรฐาน และค่าที่บันทึกได้จริงจะถูกยอมรับโดย

ค่ายอดคลื่น	±	3	เปอร์เซ็นต์
เวลาสู่ค่ายอด	±	20	เปอร์เซ็นต์
เวลาสู่ค่ากึ่งหนึ่ง	±	60	เปอร์เซ็นต์

สำหรับการทดสอบแรงดันสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง เช่น ฉนวน, หม้อแปลง, สายเคเบิล, ตัวเก็บประจุ ฯลฯ ซึ่งใน Project นี้ เรานำมาทดสอบลูกถ้วยฉนวนแบบแขวนดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

- 1) เครื่องกำเนิดแรงดันอิมพัลส์
- 2) เครื่องชาร์จประจุ (Charger) รวมถึงหม้อแปลงและเรกติฟายเออร์
- 3) แผงควบคุม
- 4) เครื่องแสดงผลรูปคลื่น (Waveform Monitor)



บทที่ 3การทดสอบและผลการทดสอบ

ในส่วนแรกของเนื้อหา จะเป็นเงื่อนไขในการทดสอบซึ่งอธิบายลักษณะการทดสอบ เหตุผลสำหรับการทดสอบ ส่วนต่อมาจะเป็นขั้นตอนต่างๆ ของการทดสอบในห้องปฏิบัติการแรงสูง และส่วนสุดท้ายเป็นการนำเสนอผลการทดสอบ

3.1 เงื่อนไขการทดสอบ

การทดสอบลูกถ้วยในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูง มีวัตถุประสงค์ในการทดสอบในสภาวะการฉีกต่างๆ โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- 1) การทดสอบลูกถ้วยปกติ 1 ลูก เพื่อเปรียบเทียบกับสมบัติทางไฟฟ้าในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 354-2523 สำหรับลูกถ้วยแขวนปอร์ชเลนแบบ 52-3 และ มอก.563-2528 สำหรับลูกถ้วยแขวนแก้วเหนียวแบบ 52-3 เช่นกัน (ภาคผนวก ค.1 และ ค.2 ตามลำดับ)
- 2) การทดสอบลูกถ้วยปกติ 2 ลูก เพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางไฟฟ้ากับลูกถ้วยปกติ 1 ลูก และเปรียบเทียบสมบัติทางไฟฟ้ากับลูกถ้วย 2 ลูกที่มีสารปนเปื้อนในสภาวะต่าง ๆ
- 3) สมบัติทางไฟฟ้าในข้อ 1 และ 2 จะทดสอบในเรื่องแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์ 50% ทางบวกและลบ และแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวกระแสตรงทางลบ
- 4) การทดสอบสารปนเปื้อนที่ผิวลูกถ้วย กรณีทดสอบแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิว มีการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ดังนี้
 - 4.1) น้ำ จำลองจากสภาพลูกถ้วยแขวนเปียกฝน
 - 4.2) ฟุนละออง จำลองจากลูกถ้วยแขวนที่อยู่ในสถานที่ๆ มีฟุนละอองสะสม
 - 4.3) พงถ่านและขี้เถ้า จำลองจากการเผาไหม้ ซึ่งอาจทำให้พงถ่าน (คาร์บอน) หรือขี้เถ้า เบื้อนลูกถ้วย
 - 4.4) ใยไหม้แห้ง จำลองจากเศษใยไหม้ปลิวไปติดอยู่บนลูกถ้วย เช่นใยไหม้บนต้นไม้ที่เชิงเขา
 - 4.5) กระดาษฟอยล์ (Foil paper) จำลองจากการหุงต้มในปัจจุบัน ซึ่งส่วนของกระดาษฟอยล์อาจปลิวไปติดบนลูกถ้วย
 - 4.6) เกลือแกง (NaCl) จำลองจากลูกถ้วยแขวนถูกนำไปใช้งานบริเวณใกล้ชายทะเล ซึ่งอาจมีคราบเกลือเบื้อนที่ผิวลูกถ้วย
 - 4.7) ยูเรีย ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) จำลองมาจากมูลนก ซึ่งในมูลนกมีสารยูเรียเป็นส่วนผสมอยู่ โดยนกอาจถ่ายมูลเบื้อนลูกถ้วย

4.8) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) จำลองจากลูกถ้วยแขวนถูกนำไปใช้งานบริเวณที่มีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เมื่อเกิดฝนตกลงมา ก๊าซดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับน้ำได้เป็นกรดซัลฟูริก ซึ่งมีโอกาสทำปฏิกิริยากับผิวลูกถ้วย

5) สำหรับกรณีที่ทดสอบแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวกระแสตรงนั้น จะทดสอบเพียงทางลบเท่านั้น เนื่องจากในทางบวกมีผลใกล้เคียงกับทางลบ และการใช้งานจริงของลูกถ้วยแขวนอยู่ในลักษณะแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงทางลบ

6) การทดสอบแรงดันไฟฟ้าเจาะผ่านความถี่ต่ำ และแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวความถี่ต่ำ (50Hz) เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับสมบัติทางไฟฟ้าในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเช่นเดียวกับข้อ 1 และหลังการทดสอบแรงดันไฟฟ้าเจาะผ่านความถี่ต่ำ นำลูกถ้วยที่ผ่านการทดสอบไปทดสอบสภาพความเป็นฉนวนโดยใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

7) การทดสอบแรงดันไฟฟ้าอิมพัลส์ (แรงดันสูง) เป็นการจำลองการเกิดสวิตช์ (Switching Impulse) ของอุปกรณ์ตลอดจนการจำลองการเกิดฟ้าผ่าลงในลูกถ้วย ซึ่งรูปคลื่นมีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยจะดูลักษณะเนื้อฉนวนภายในลูกถ้วยหลังการป้อนแรงดัน

3.2 การทดสอบลูกถ้วยในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูง

การทดสอบสมบัติทางไฟฟ้าสำหรับลูกถ้วยแขวนตัวอย่าง ชนิดปอร์เลนและแก้วเหนียว มีขั้นตอนดังนี้

1. การทดสอบแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์ 50% แบบสวิตช์สำหรับทางบวกและลบ

1.1) ทดสอบปกติ โดยใช้

- ลูกถ้วย 1 ลูก
- ลูกถ้วย 2 ลูก

1.2) ทดสอบสารปนเปื้อน โดยใช้ลูกถ้วย 2 ลูก ซึ่งมีชนิดสารปนเปื้อนดังนี้

- น้ำ
- ฝุ่นละออง
- กระดาษฟอยด์ 20% ของพื้นที่ผิวด้านบนของลูกถ้วย
- ใบไม้แห้งประมาณ 20% ของพื้นที่ผิวด้านบนของลูกถ้วย
- ผงถ่านและซีเมนต์

- เกลือแกง โดยมือน้ำหนักสารดังนี้
 - 1) 5 กรัม
 - 2) 10 กรัม
 - 3) 20 กรัม
- ยูเรีย โดยมือน้ำหนักสารดังนี้
 - 1) 5 กรัม
 - 2) 10 กรัม
 - 3) 20 กรัม
- กรดซัลฟูริก โดยมีความเข้มข้นของสารดังนี้
 - 1) 0.25 โมล/ลิตร
 - 2) 0.50 โมล/ลิตร
 - 3) 1.00 โมล/ลิตร

2. การทดสอบแรงดันไฟฟ้าวาวไฟตามผิวกระแสตรงทางลบ

2.1) ทดสอบปกติ โดยใช้

- ลูกถ้วย 1 ลูก
- ลูกถ้วย 2 ลูก

2.2) ทดสอบสารปนเปื้อน โดยใช้ลูกถ้วย 2 ลูก ซึ่งมีชนิดสารปนเปื้อนดังนี้

- น้ำ
- ฝุ่นละออง
- กระดาษฟอยด์ 20% ของพื้นที่ผิวด้านบนของลูกถ้วย
- ไขไม้แห้งประมาณ 20% ของพื้นที่ผิวด้านบนของลูกถ้วย
- ผงถ่านและซีเมนต์
- เกลือแกง โดยมือน้ำหนักสารดังนี้
 - 1) 5 กรัม
 - 2) 10 กรัม
 - 3) 20 กรัม

- บูเรีย โดยมีน้ำหนักสารดังนี้
 - 1) 5 กรัม
 - 2) 10 กรัม
 - 3) 20 กรัม
- กรดซัลฟูริก โดยมีความเข้มข้นของสารดังนี้
 - 1) 0.25 โมล/ลิตร
 - 2) 0.50 โมล/ลิตร
 - 3) 1.00 โมล/ลิตร

3. การทดสอบแรงดันไฟฟ้าวาวไฟตามผิวความถี่ต่ำ (50 Hz) โดยทดสอบดังนี้

3.1) ลูกถ้วย 1 ลูก ผิวแห้ง

3.2) ลูกถ้วย 1 ลูก ผิวเปียก

4. การทดสอบแรงดันไฟฟ้าเจาะผ่านความถี่ต่ำ (50 Hz) โดยทดสอบกับลูกถ้วยปกติ 1 ลูก

5. การทดสอบแรงดันไฟฟ้าอิมพัลส์แรงดันสูง โดยทดสอบกับลูกถ้วยปกติ 1 ลูก

3.3 ผลการทดลอง

ผลการทดสอบทั้งหมด สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ผลการทดสอบสมบัติทางไฟฟ้าในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
2. ผลการทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าอิมพัลส์และอิมพัลส์แรงดันสูง
3. ผลการทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

โดยที่ในส่วนของการทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าอิมพัลส์ จะแสดงให้เห็นถึงรูปแบบการเกิดวาทไฟตามผิวของลูกถ้วยในแต่ละสภาวะการณ้ที่ถูกจำลองขึ้นมา เพื่อนำไปคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) รวมทั้งคำนวณค่าแรงดันวาทไฟตามผิว โดยในการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องบันทึกค่าอุณหภูมิ, ค่าความชื้น, ความดัน เพื่อนำไปแปลงค่าแรงดันวาทไฟตามผิวที่สภาวะต่างๆ ให้เข้าสู่มาตรฐานเดียวกัน (ดูภาคผนวก ข.) ตลอดจนผลของการเลียนแบบการเกิดคลื่นฟ้าผ่าและสวิตชิงบนลูกถ้วย

ในส่วนของการทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จะแสดงค่าแรงดันวาทไฟตามผิวของลูกถ้วยในสภาวะต่างๆ ที่ทำการทดสอบ และค่าแรงดันวาทไฟตามผิวของลูกถ้วยที่สภาวะมาตรฐาน และในส่วนของการทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าความถี่ต่ำ จะทดสอบคุณสมบัติการวาทไฟตามผิวและแรงดันเจาะผ่านของลูกถ้วยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ผลการทดสอบลูกถ้วยตัวอย่างแบบ 52-3 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1. ลูกถ้วยแขวนปอร์ซเลน (มอก. 354-2523)

พิกัดทางไฟฟ้า	พิกัดแรงดัน(KV)	ผลการทดสอบ
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวแห้งความถี่ต่ำ	80	ผ่าน
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกความถี่ต่ำ	50	ผ่าน
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์วิกฤตทางบวก	125	ผ่าน
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์วิกฤตทางลบ	130	ผ่าน
แรงดันไฟฟ้าเจาะผ่านความถี่ต่ำ	110	ผ่าน

2. ลูกถ้วยแขวนแก้วเหนียว (มอก. 563-2528)

พิกัดทางไฟฟ้า	พิกัดแรงดัน(KV)	ผลการทดสอบ
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวแห้งความถี่ต่ำ	80	ผ่าน
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกความถี่ต่ำ	50	ผ่าน
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์วิกฤตทางบวก	125	ผ่าน
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์วิกฤตทางลบ	130	ผ่าน
แรงดันไฟฟ้าเจาะผ่านความถี่ต่ำ	110	ผ่าน

หมายเหตุ

- การทดสอบดังกล่าวเป็นการทดลองเฉพาะแบบ ซึ่งเป็นการตัดสินว่าผลิตภัณฑ์เป็นไปตามมาตรฐานทางไฟฟ้าหรือไม่
- เป็นการเสนอแนวทางการทดสอบโดยใช้ลูกถ้วยชนิด 1 ลูก ซึ่งรายละเอียดการทดสอบจริงจะเป็นไปตาม มอก. 254-2523 และ มอก.563-2528

ผลการทดสอบลูกถ้วยตัวอิมพัลส์แรงดันสูง

ในการทดสอบลูกถ้วยด้วยแรงดันอิมพัลส์แรงดันสูง 700 KV แบบค้ำลบ (Polarity -) จำนวน 5 ครั้ง แล้วนำลูกถ้วยไปทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงพบว่า เกิดการเจาะผ่านและเมื่อนำลูกถ้วยไปทำให้แตกเพื่อดูเนื้อฉนวนระหว่างส่วนหัวกับแกนโลหะ ไม่พบร่องรอยการเกิดผิดปกติ

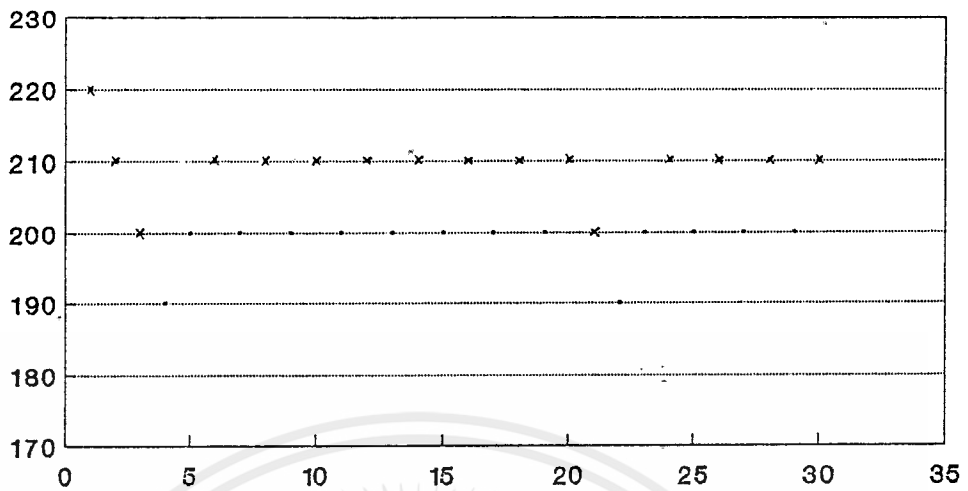




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY +

T 25c H 60% P 763.4 mmHg,1018.0 mb



PORCELAIN 1 pc.

ข้อมูลผลการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 25.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.40
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 60.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 1PORCELAIN/NORMAL
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 190
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 0

ผลการคำนวณ

=====

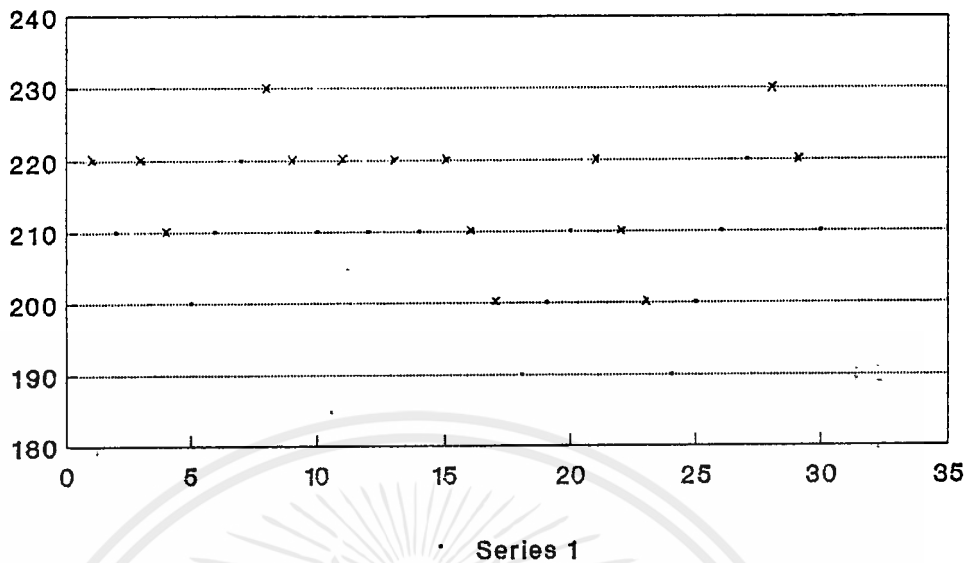
delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 203.571426
 ค่า Standard deviation = 2.453474
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 4.075854
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.987620
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.987620

เอกสารนี้เป็นค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) ที่ = 206.123208 ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 25c H 60% P 763.4 mmHg,1018.0 mb



PORCELAIN 1 pc.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 25.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.40
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 60.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาพวัสดุ : 1PORCELAIN/NORMAL
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 190
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 5
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 8
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 0

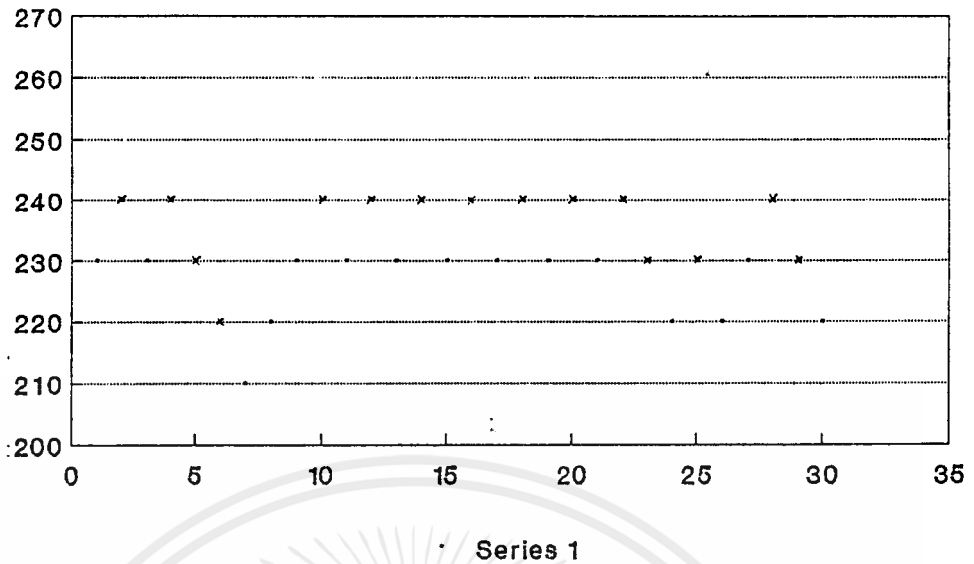
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 211.666672
 ค่า Standard deviation = 12.709800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 0.786794
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.987620
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.987620
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 214.319928

IMPULSE : POLARITY +

T 29c H 60% P 762.4 mmHg, 1016.7 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 762.40
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 60.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NORMAL
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 210
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 4
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0

ผลการคำนวณ

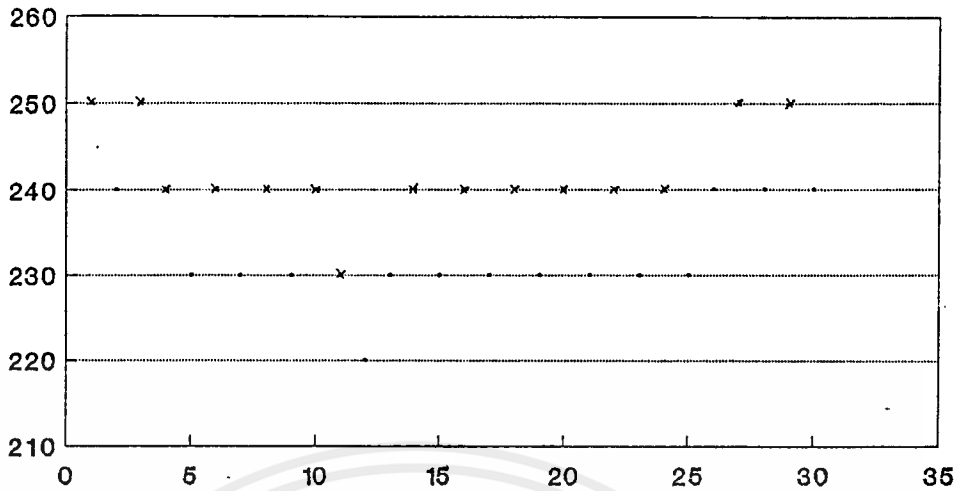
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 231.000000
 ค่า Standard deviation = 6.517800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 1.534260
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.973262
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.973262
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 237.346042

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น. อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 27c H 66% P 765.6 mmHg,1020.9 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 27.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 765.60
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 66.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NORMAL
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 4
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 0

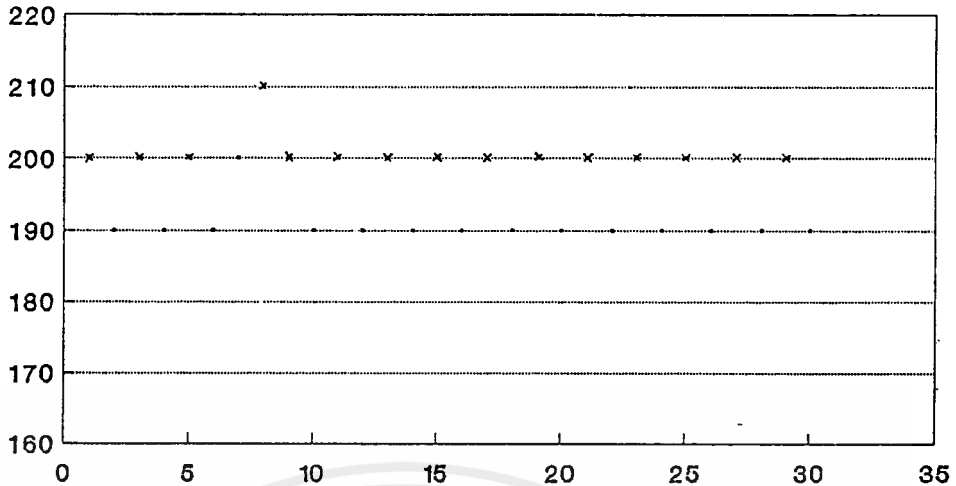
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 237.000000
 ค่า Standard deviation = 5.221800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 1.915049
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.983863
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.983863
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 240.887168

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 68% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/WET
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 190
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 14
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

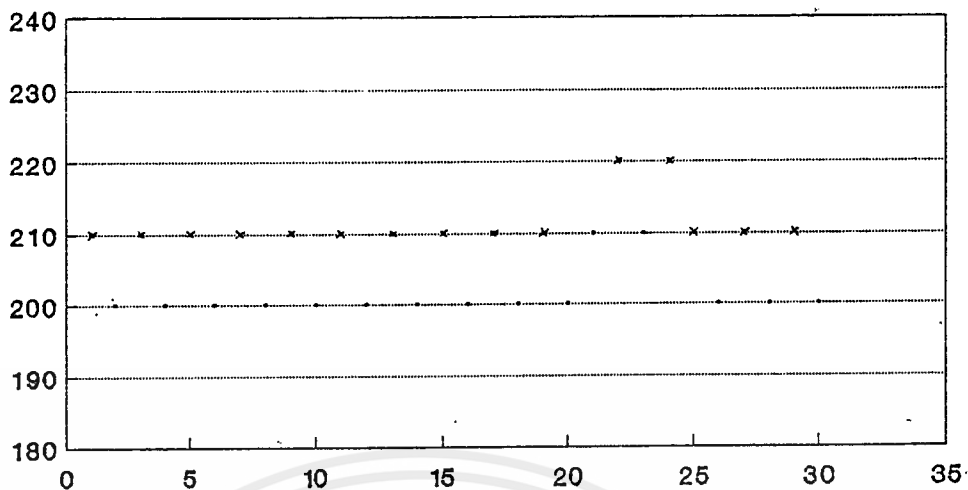
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 195.666672
 ค่า Standard deviation = 1.477800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 6.766815
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968254
 ค่าแพคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968254
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 202.081885

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 68% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาพอะลูมิเนียม : 2PORCELAIN/WET
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 200
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 13
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 0

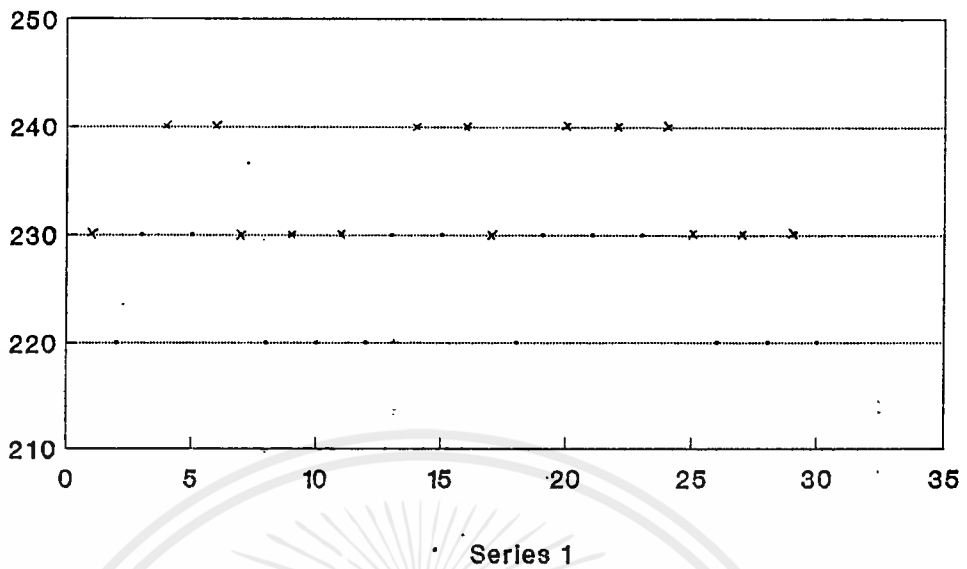
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 206.333328
 ค่า Standard deviation = 2.341800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 4.270220
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968254
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968254
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 213.098263

IMPULSE : POLARITY +

T 29c H 67% P 765.8 mmHg, 1021.1 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 765.80
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 67.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ชุด
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 8
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 7
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0

ผลการคำนวณ

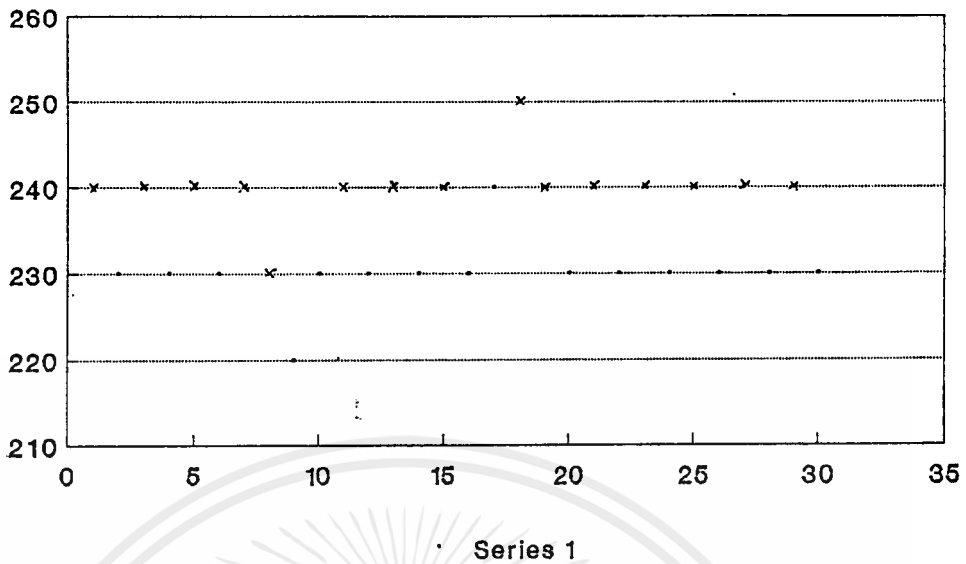
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 229.666672
 ค่า Standard deviation = 4.501800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.221334
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.977603
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.977603
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 234.928415

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 29c H 75% P 765.8 mmHg,1021.1 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 765.80
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ฟุน
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 13
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 0

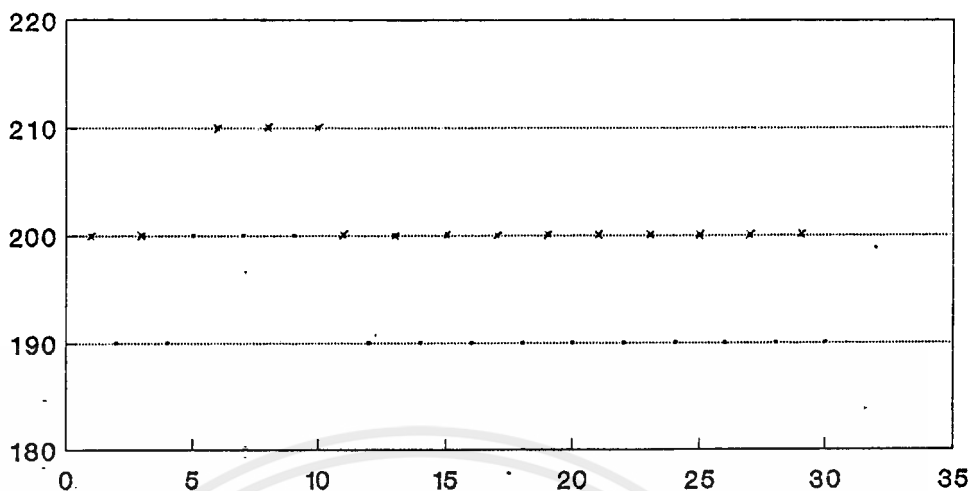
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 235.000000
 ค่า Standard deviation = 2.629800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.802570
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.977603
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.977603
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 240.383932

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 62% P 763.9 mmHg,1018.6 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลานการทดลอง

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/กระดาษพอยด์
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 190
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

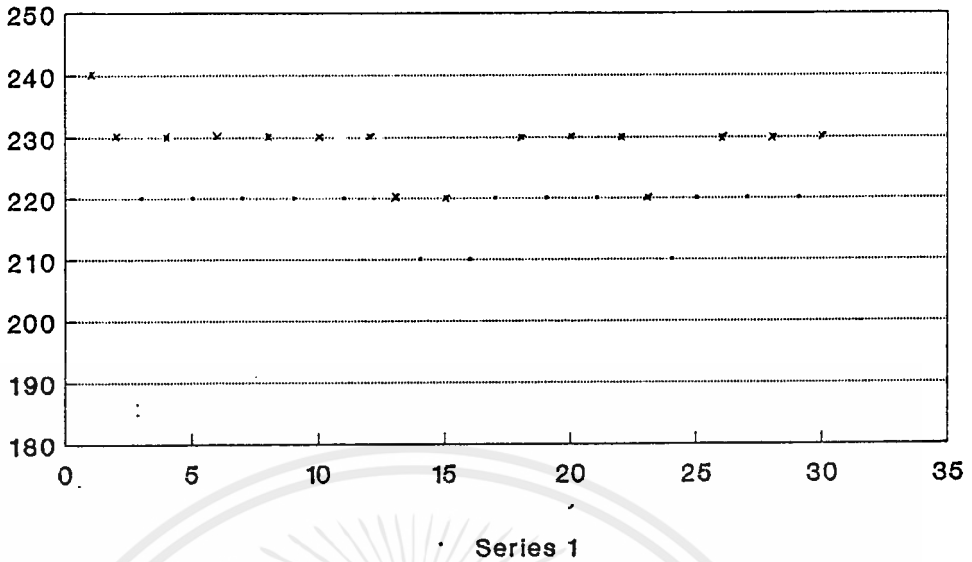
ผลการคำนวณ

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 197.000000
 ค่า Standard deviation = 3.061800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.266053
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968762
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968762
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 203.352374

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 68% P 763.9 mmHg,1018.6 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/กระดาษพอยซ์
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายไม่เกิด Flashover (KV): 210
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 0
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0

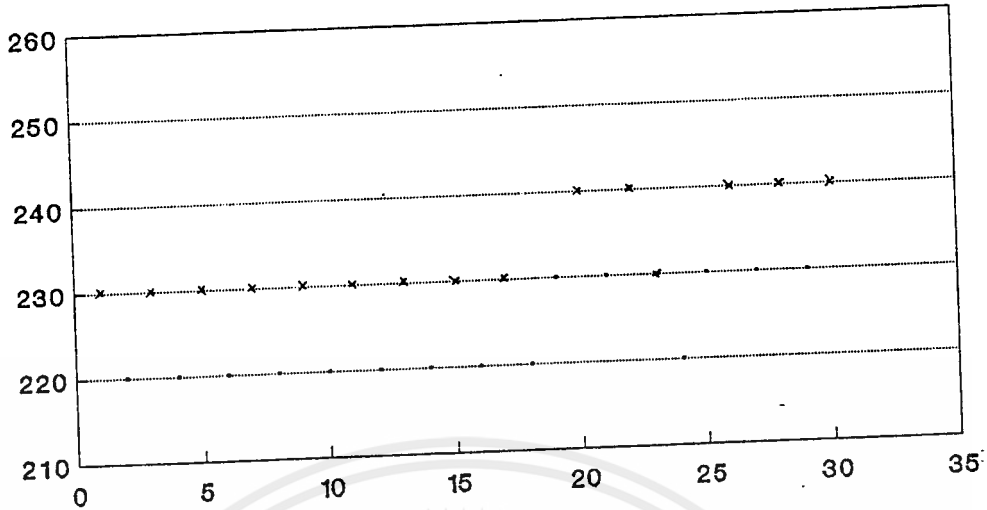
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10.
 ค่าแรงดัน 50. เปอร์เซนต์ = 222.857147
 ค่า Standard deviation = 3.197351
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.127589
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968762
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968762
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 230.043299

IMPULSE : POLARITY +

T 29c H 75% P 763.2 mmHg,1017.6 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.20
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันฟ้าชัททดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ใบไม้
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 5
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0

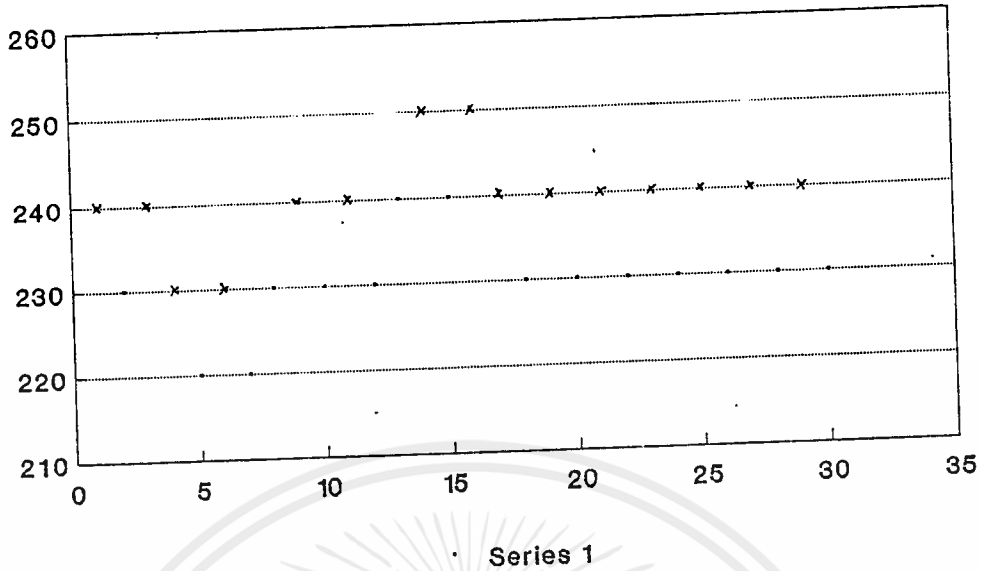
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 228.333328
 ค่า Standard deviation = 4.069800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.457123
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974284
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974284
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 234.360192

IMPULSE : POLARITY -

T 30c H 68% P 763.2 mmHg, 1017.6 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง
=====

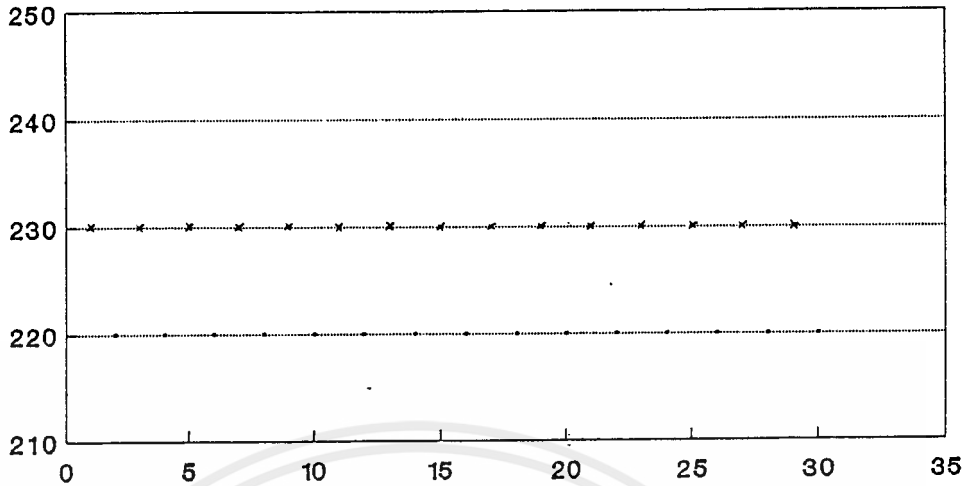
อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.20
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/บามี่
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 0

ผลการคำนวณ
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 235.000000
 ค่า Standard deviation = 4.789800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.087770
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.971068
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.971068
 ค่าแรงดันรวม ณ มาตรฐาน (KV) = 242.001524

IMPULSE : POLARITY +

T 29c H 75% P 763.2 mmHg,1017.6 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.20
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ผงถ่าน
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 2
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 15
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 0

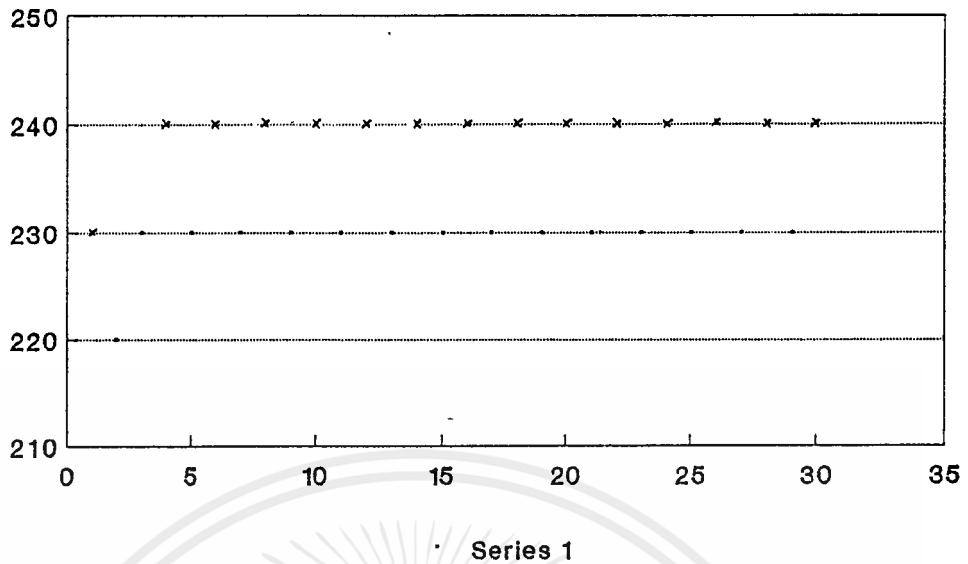
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 225.000000
 ค่า Standard deviation = 0.469800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 21.285654
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974284
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974284
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 230.938881

IMPULSE : POLARITY -

T 28c H 82% P 763.2 mmHg,1017.6 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 28.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.20
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 82.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ผงดำ
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 14
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0

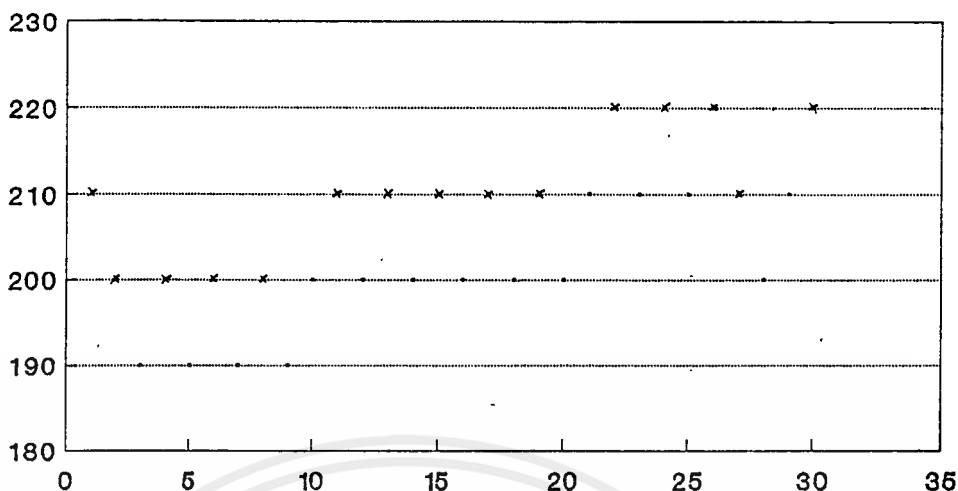
ผลการคำนวณ "

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 234.333328
 ค่า Standard deviation = 1.477800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 6.766815
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.977521
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.977521
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 239.722142

IMPULSE : POLARITY +

T 28c H 75% P 761.9 mmHg,1022.7 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 28.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 761.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCl-5g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 190
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 4
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 7
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 4
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 0

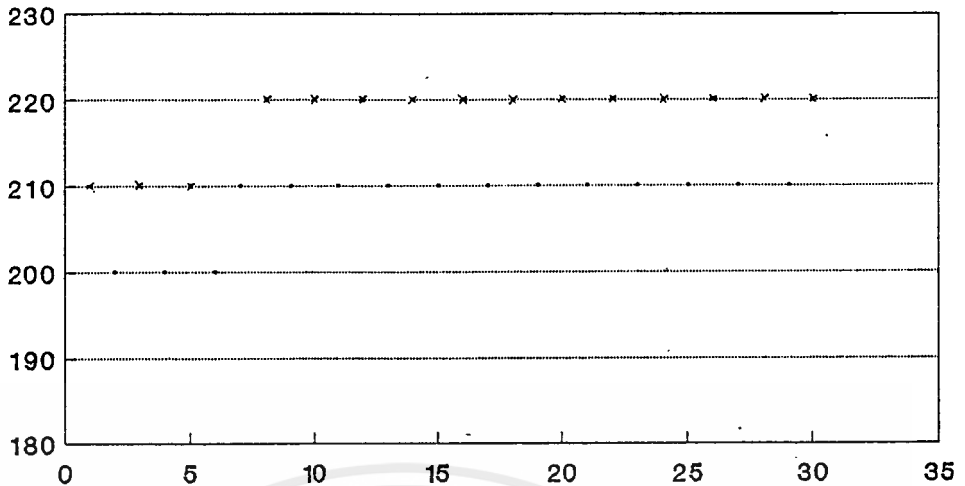
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต = 205.000000
 ค่า Standard deviation = 9.109800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 1.097719
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.975856
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.975856
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 210.072079

IMPULSE : POLARITY -

T 28c H 75% P 761.9 mmHg,1022.7 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 28.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 761.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCl-5g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 200
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 0

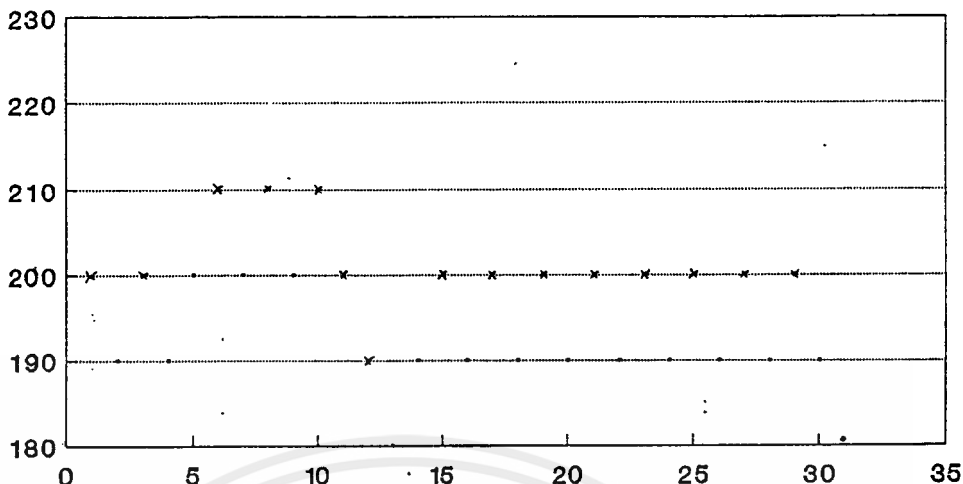
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 213.000000
 ค่า Standard deviation = 3.061800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.266053
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.975856
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.975856
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 218.270014

IMPULSE : POLARITY +

T 29c H 67% P 761.9 mmHg,1022.7 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 761.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 67.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCl-10g
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 180
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 180 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

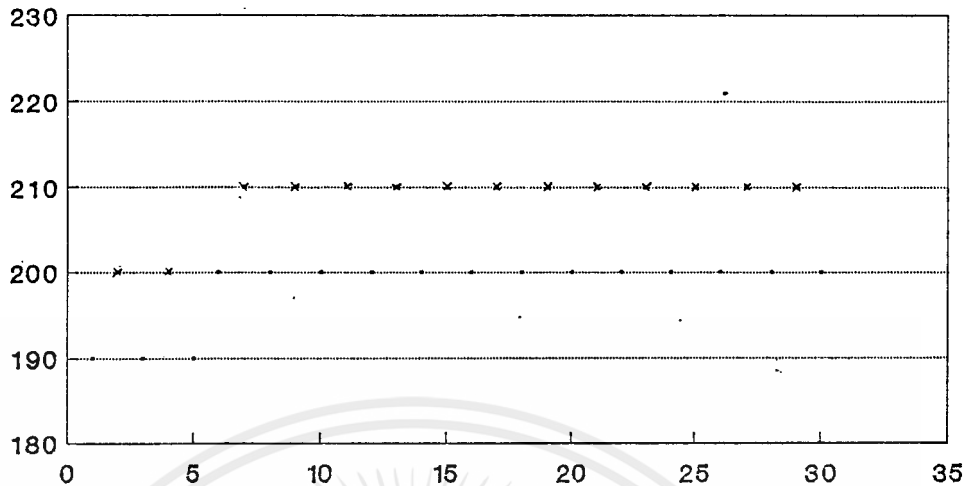
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 196.333328
 ค่า Standard deviation = 4.501800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.221334
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.972624
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.972624
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มাত্রารฐาน (KV) = 201.859394

IMPULSE : POLARITY -

T 29c H 69% P 761.9 mmHg,1022.7 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 761.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 69.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCl-10g
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 190
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 13
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

ผลการคำนวณ

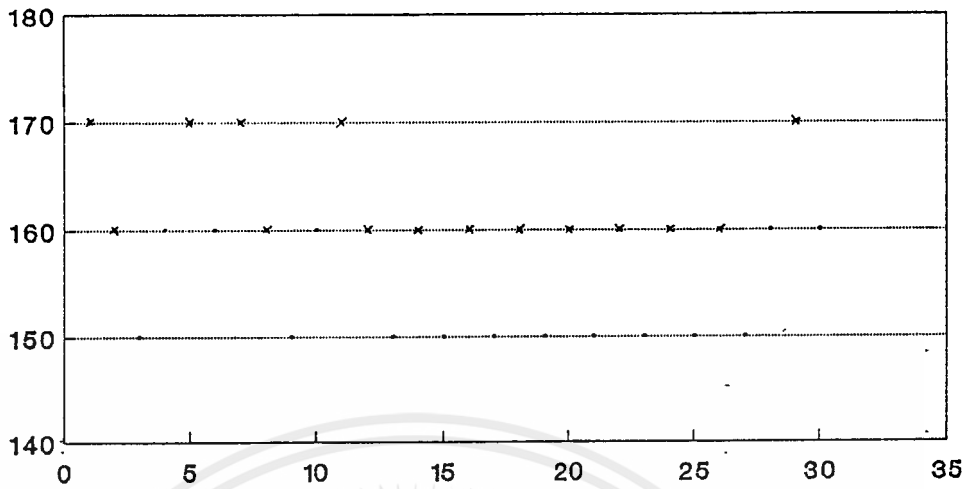
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 203.125000
 ค่า Standard deviation = 2.937769
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.403944
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.972624
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.972624
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 208.842227

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 59% P 764.0 mmHg,1018.8 mb



Series 1
 PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง
 =====

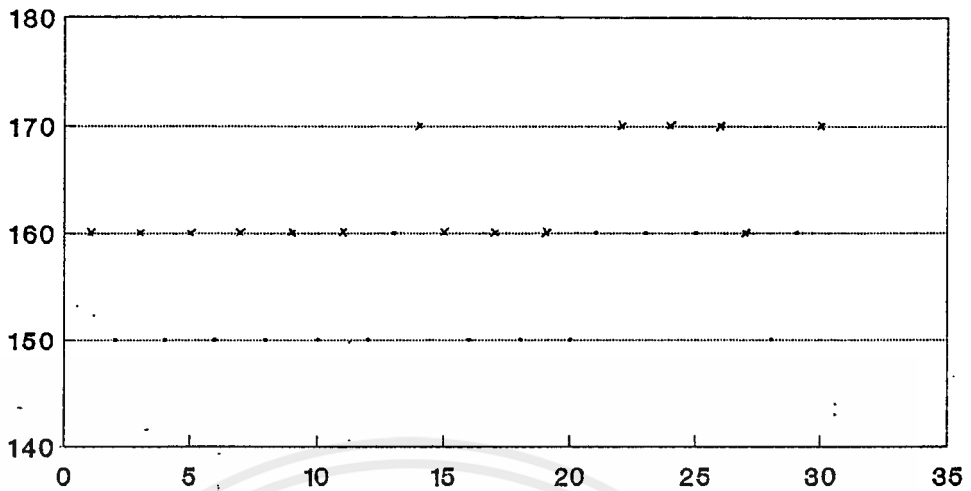
อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.00
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 59.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCl-20g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 150
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 150 : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 160 : 5
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 170 : 0

ผลการคำนวณ
 =====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 158.333328
 ค่า Standard deviation = 4.069800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.457123
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968889
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968889
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 163.417488

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 59% P 764.0 mmHg,1018.8 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.00
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 59.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCl-20g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 150
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 150 : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 160 : 5
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 170 : 0

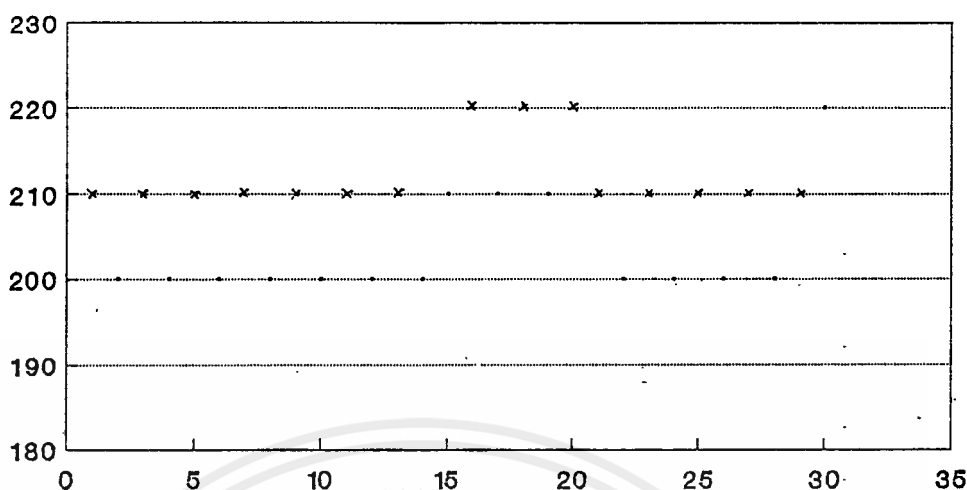
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 158.333328
 ค่า Standard deviation = 4.069800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.457123
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968889
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968889
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 163.417488

IMPULSE : POLARITY +

T 30c H 75% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/หมู่เรียง5g
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 200
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 0

ผลการคำนวณ

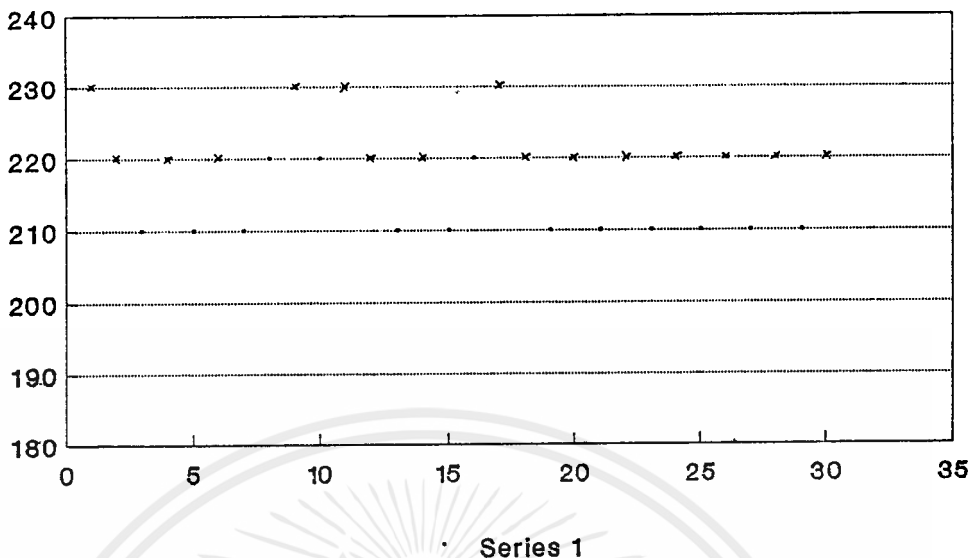
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 207.142853
 ค่า Standard deviation = 3.197351
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.127589
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.972722
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.972722
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 212.951674

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 30c H 75% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/หมู่เรียง5g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 210
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 0

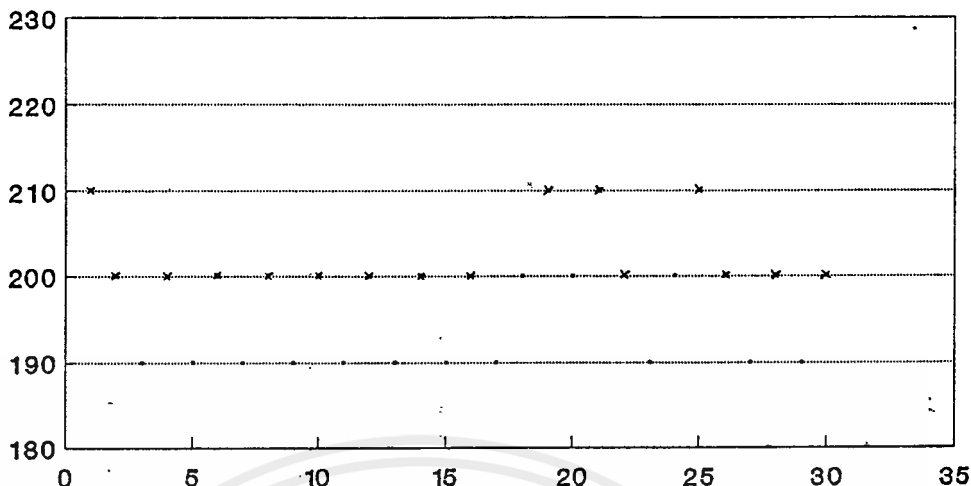
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 217.142853
 ค่า Standard deviation = 3.197351
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.127589
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.972722
 ค่าแพคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.972722
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 223.232100

IMPULSE : POLARITY +

T 30c H 75% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/หมู่ เร็ว 10g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 190
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

ผลการคำนวณ

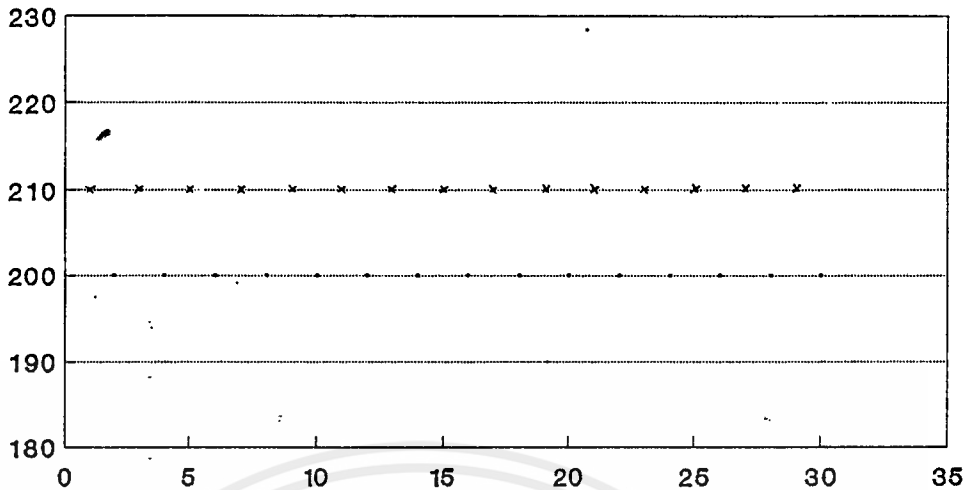
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซนต์ = 197.142853
 ค่า Standard deviation = 3.197351
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.127589
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.972722
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.972722
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 202.671248

(72)

IMPULSE : POLARITY -

T 30c H 75% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง
=====

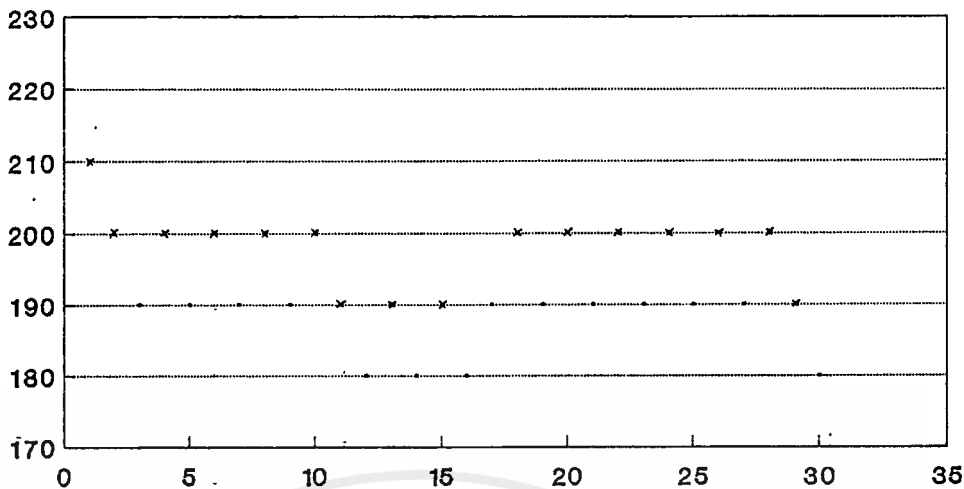
อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาพะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/คู่เรียง10g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 200
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 2
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 15
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

ผลการคำนวณ
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 205.000000
 ค่า Standard deviation = 0.469800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 21.285654
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.972722
 ค่าแฟคเตอร์ค่าปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.972722
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 210.748730

IMPULSE : POLARITY +

T 30c H 75% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ลูรีช20g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 180
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 180 : 4
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 0
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

ผลการคำนวณ

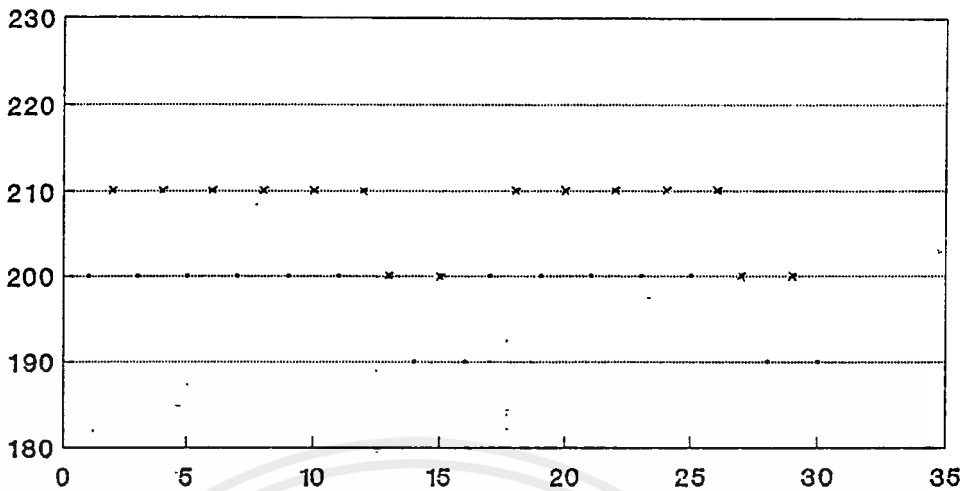
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 192.142853
 ค่า Standard deviation = 3.775923
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.648359
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.972722
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.972722
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 197.531035

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 30c H 75% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs..

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ยูเรีย20g
 ค่าแรงดันค่าสุกที่ไม่เกิด Flashover (KV): 190
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 4
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

ผลการคำนวณ

=====

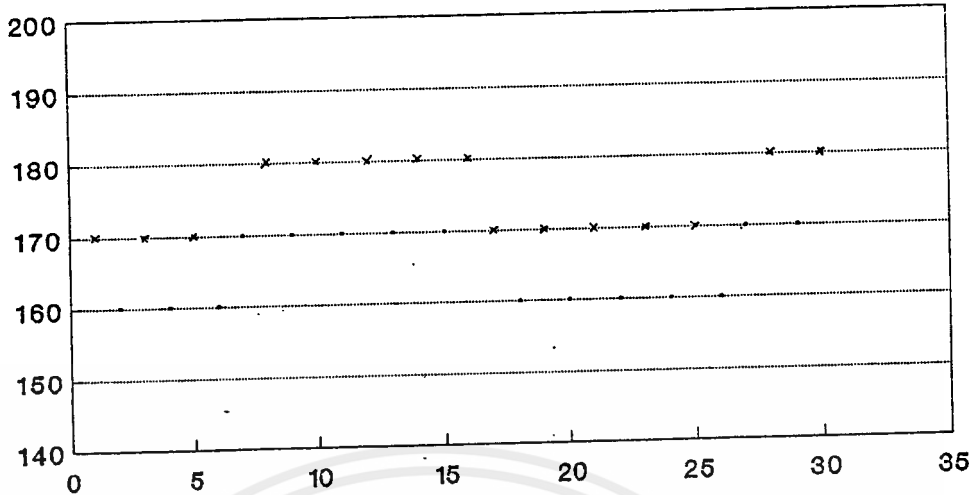
delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 202.333328
 ค่า Standard deviation = 3.637800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.748914
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.972722
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.972722
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 208.007278

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(75)

IMPULSE : POLARITY +

T 30c H 75% P 763.5 mmHg, 1018.1 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลผลการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ซิลิโคน0.25มิลต่อลิตร
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 160
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 160 : 8
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 170 : 7
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 180 : 0

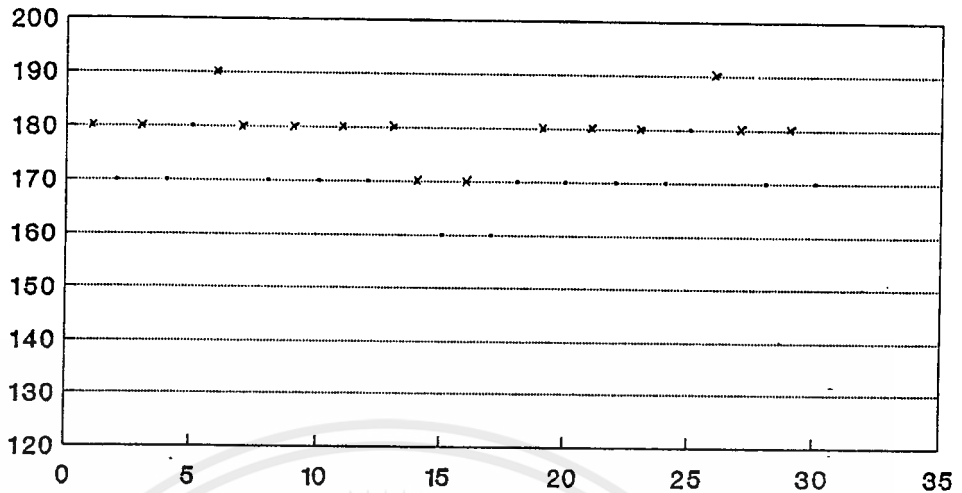
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบร์เซนส์ = 169.666672
 ค่า Standard deviation = 4.501800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.221334
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.971450
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.971450
 ค่าแรงดันนามั มาตรฐาน (KV) = 174.653021

IMPULSE : POLARITY -

T 30c H 75% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ซิลิโคน0.25โวลต์ต่อลิตร
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายไม่เกิด Flashover (KV): 160
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 160 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 170 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 180 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 0

ผลการคำนวณ

=====

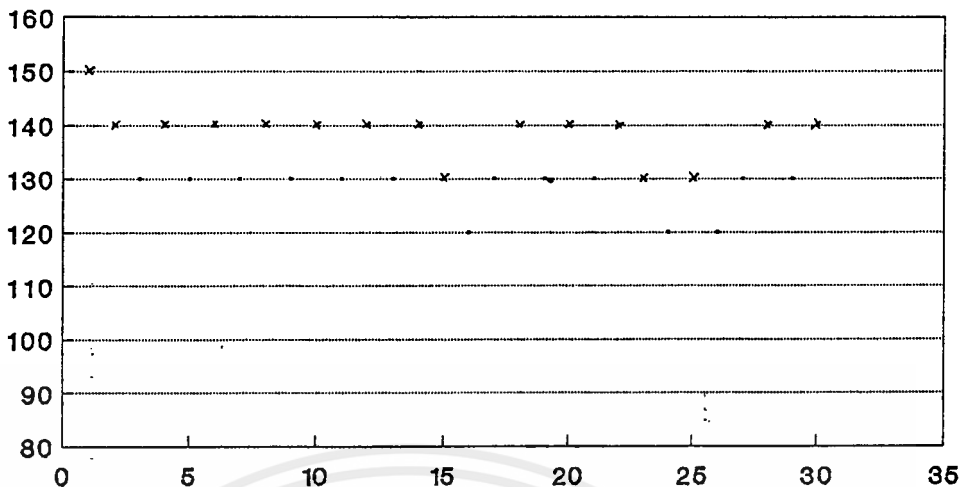
delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 175.000000
 ค่า Standard deviation = 4.789800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.087770
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.971450
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.971450
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 180.143090

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อใช้ในการวิจัยและพัฒนาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY +

T 30c H 75% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ซิลฟูริก0.5มิลต่อลิตร
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายไม่เกิด Flashover (KV): 120
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 120 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 130 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 140 : 0
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 150 : 0

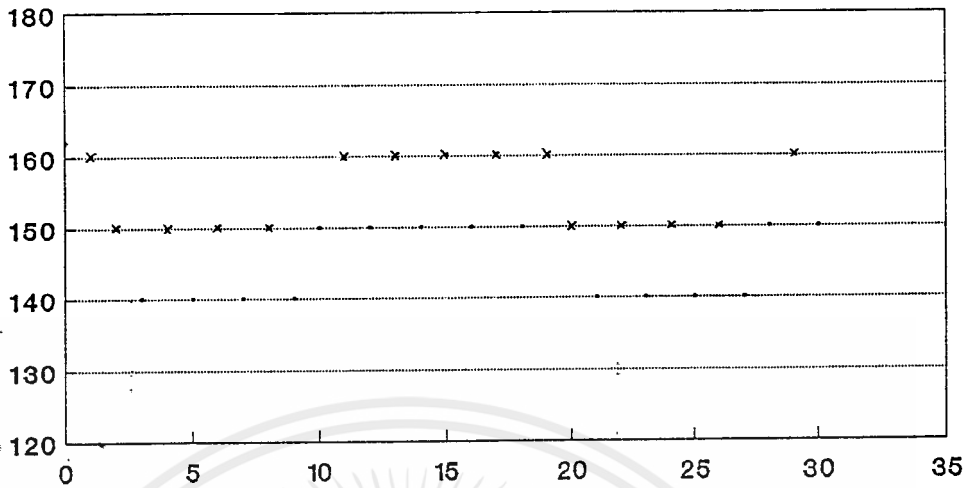
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 132.857147
 ค่า Standard deviation = 3.197351
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.127589
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = .0.971450
 ค่าแพคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.971450
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 136.761898

IMPULSE : POLARITY -

T 30c H 75% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ซิลิโคน0.5โวลต์ต่อลิตร
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 140
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 140 : 8
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 150 : 7
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 160 : 0

ผลการคำนวณ

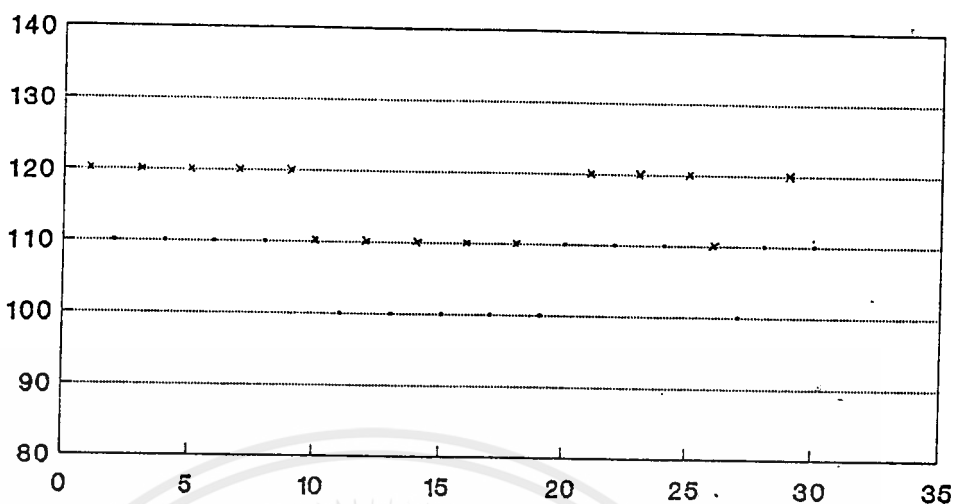
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 149.666672
 ค่า Standard deviation = 4.501800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.221334
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.971450
 ค่าแพคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.971450
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 154.065239

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY +

T 30c H 75% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง
=====

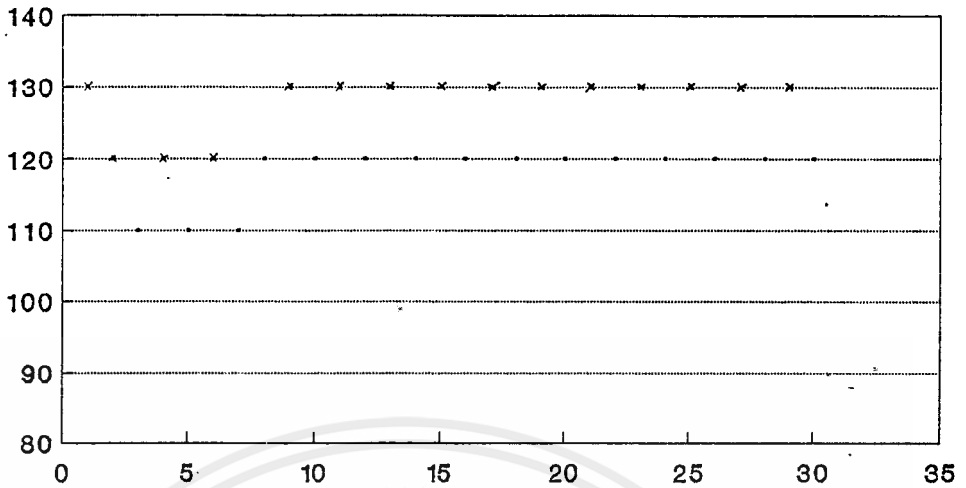
อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ซิลฟริก1โวลต์อลิศร
 ค่าแรงดันค่าสุคที่ไม่เกิด Flashover (KV): 100
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 100 : 6
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 110 : 9
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 120 : 0

ผลการคำนวณ
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 111.000000
 ค่า Standard deviation = 4.357800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.294736
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.971450
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.971450
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 114.262189

IMPULSE : POLARITY -

T 30c H 75% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



Series 1

PORCELAIN 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

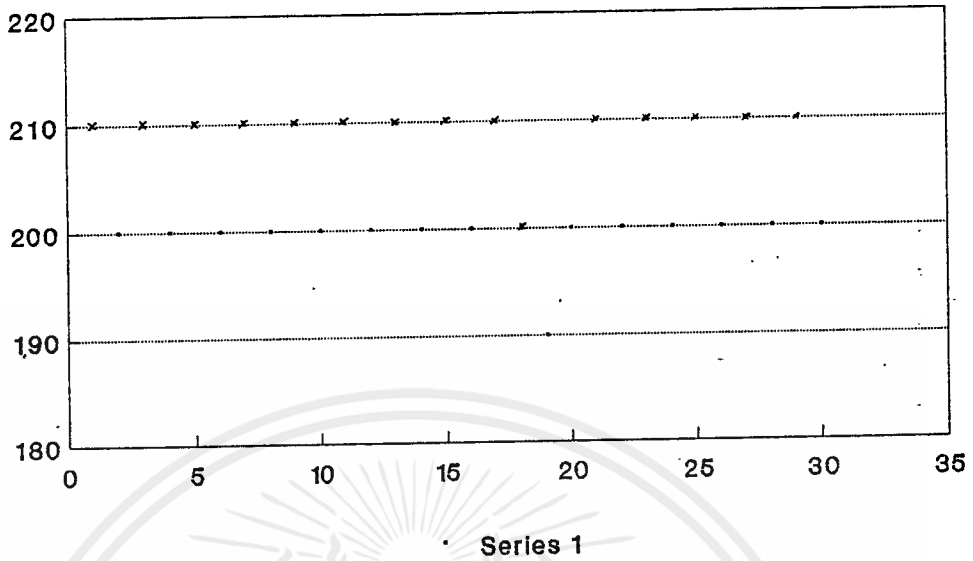
อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 30.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ซิลิโคน1โวลต์ต่อลิตร
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 110
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 110 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 120 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 130 : 0

ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 123.000000
 ค่า Standard deviation = 3.061800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.266053
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.971450
 ค่าแพคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.971450
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 126.614858

IMPULSE : POLARITY + T 23c H 56% P 767.9 mmHg,1023.9 mb



TOUGH GLASS 1 pc.

ข้อมูลานการทดลอง

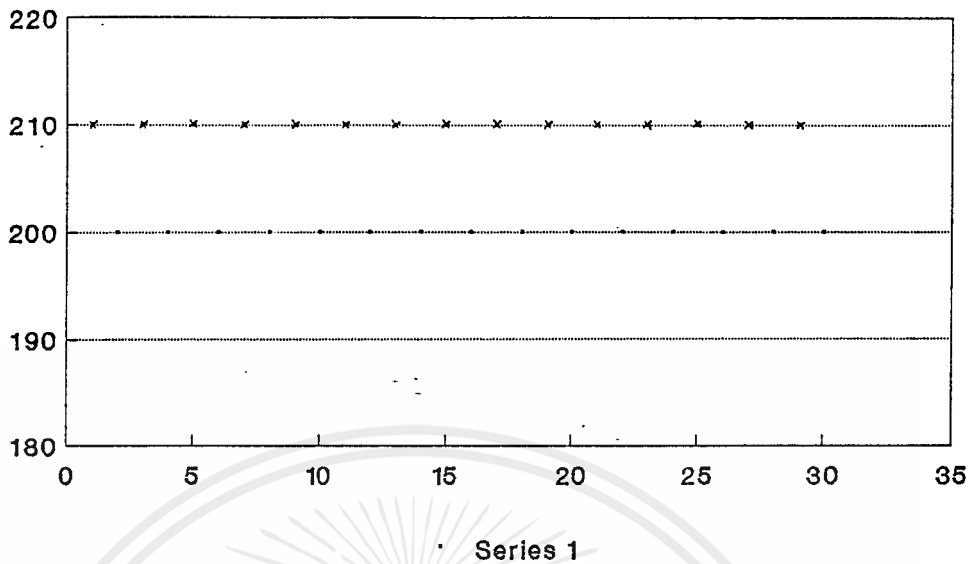
อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 23.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 767.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 56.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย :- 1GLASS/NORMAL
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 190
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 14
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

ผลการคำนวณ

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 204.333328
 ค่า Standard deviation = 1.477800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 6.766815
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 1.000154
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 1.000154
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 204.301813

IMPULSE : POLARITY -

T 24c H 57% P 768.7 mmHg,1024.9 mb



TOUGH GLASS 1 pc.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 24.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 768.70
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 57.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 1GLASS/NORMAL
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 200
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 2
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 15
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

ผลการคำนวณ

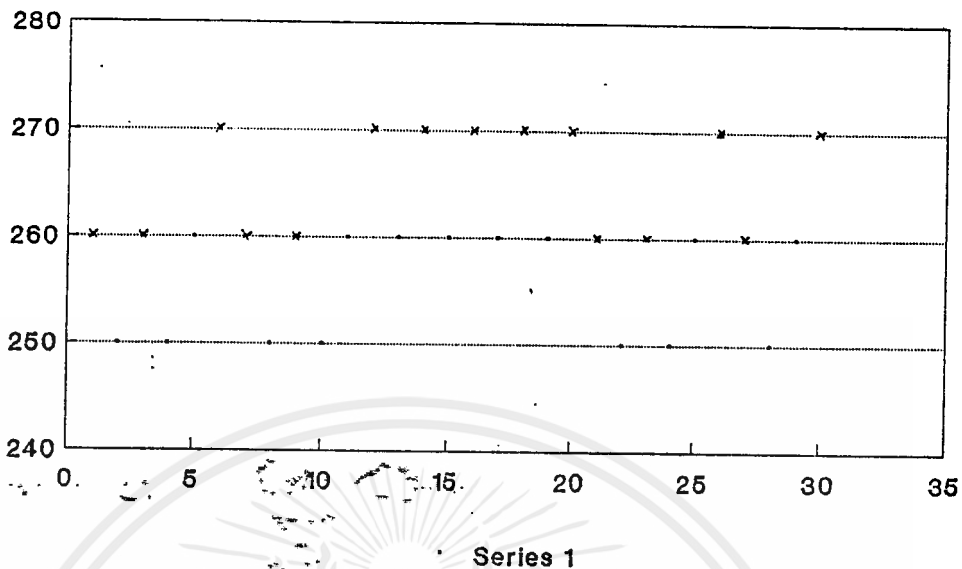
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบร์เซนส์ = 205.000000
 ค่า Standard deviation = 0.469800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 21.285654
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.997825
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.997825
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 205.446805

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY +

T 25c H 58% P 767.4 mmHg,1023.3 m



TOUGH GLASS 2 pc.

ข้อมูลในการทดลอง

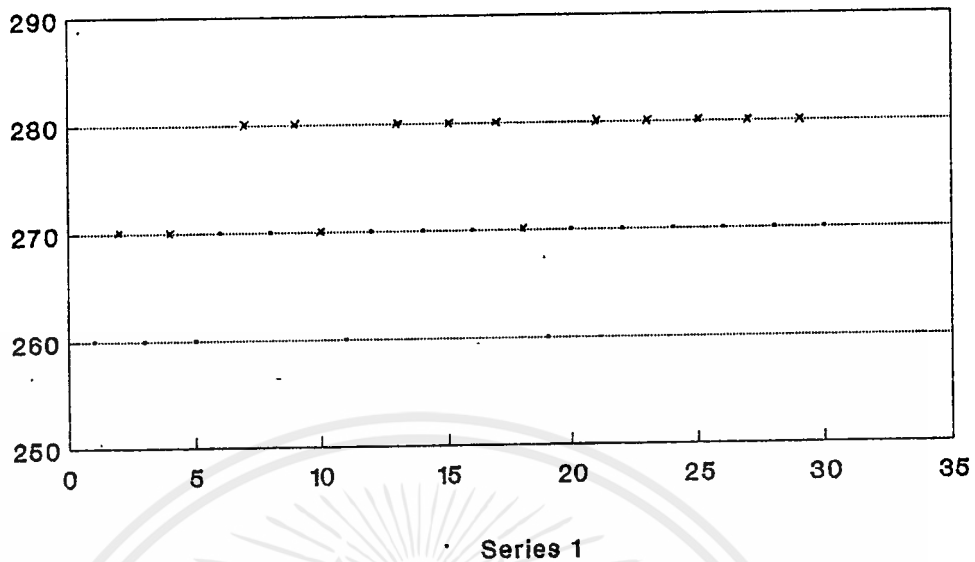
อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 25.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 767.40
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 58.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาพะลุกลาย : 2GLASS/NORMAL
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 250
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 7
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 260 : 8
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 270 : 0

ผลการคำนวณ

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 260.333344
 ค่า Standard deviation = 4.501800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.221334
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.992795
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.992795
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 262.222660

IMPULSE : POLARITY -

T 27c H 53% P 765.7 mmHg,1020.9 mb



TOUGH GLASS 2 pc.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 27.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 765.70
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 53.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาพกระจกถ้วย : 2GLASS/NORMAL
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 260
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 260 : 5
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 270 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 280 : 0

ผลการคำนวณ

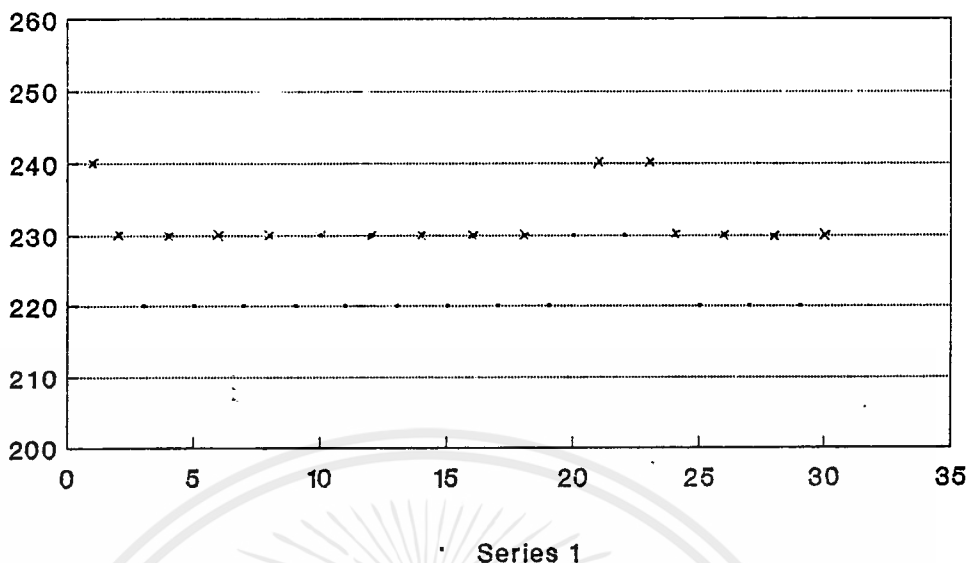
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 271.875000
 ค่า Standard deviation = 3.950269
 ค่าสัมประสิทธิ์ (δ/S) = 2.531473
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.983992
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.983992
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 276.298067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 68% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/WET
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0

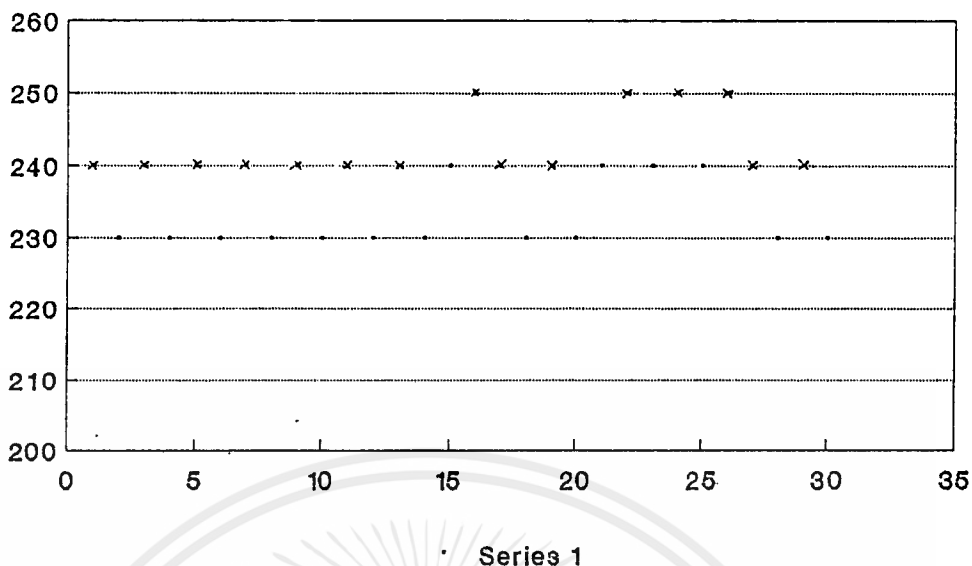
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 226.428574
 ค่า Standard deviation = 2.453474
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 4.075854
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.969523
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.969523
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 233.546464

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 68% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาพะลุกล้ำ : 2GLASS/WET
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 230
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 4
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 0

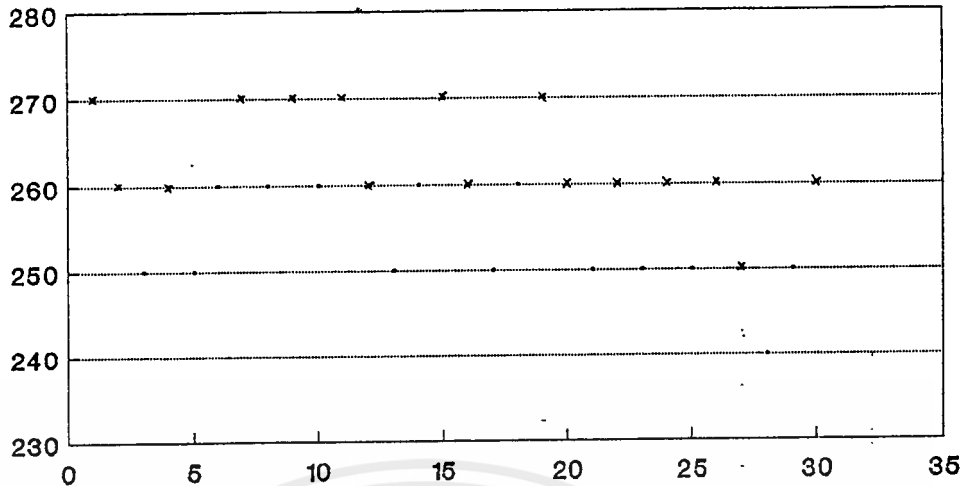
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 237.666672
 ค่า Standard deviation = 3.637800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.748914
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.969523
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.969523
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 245.137837

IMPULSE : POLARITY +

T 27c H 53% P 766.8 mmHg,1022.5 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pc.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 27.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 766.80
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 53.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ฝุ่น
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 240
 จำนวนรอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 8
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 260 : 5
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 270 : 0

ผลการคำนวณ

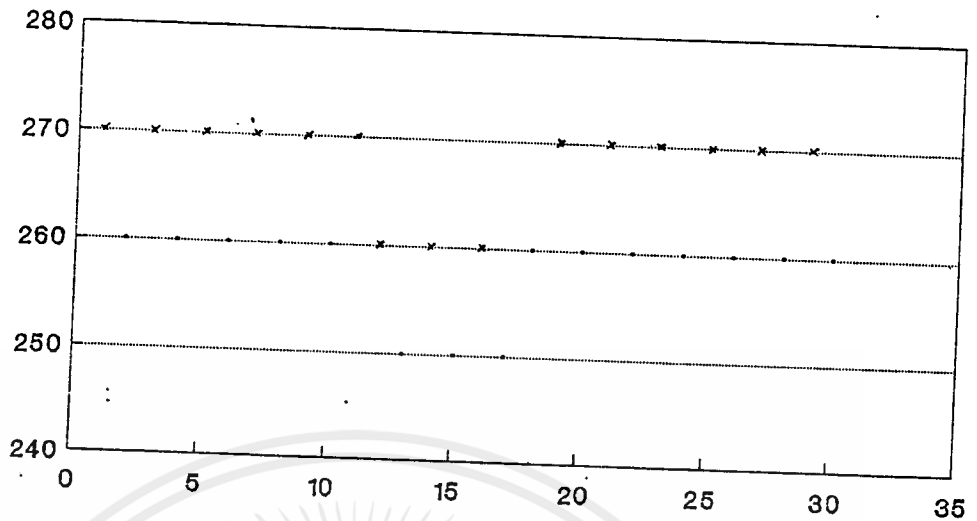
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 257.857147
 ค่า Standard deviation = 6.090208
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 1.641980
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.985405
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.985405
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 261.676242

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 27c H 59% P 768.0 mmHg, 1024.0 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pc.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 27.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 768.00
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 59.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาพกระจกถ้วย : 2GLASS/ฝุ่น
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 250
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 260 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 270 : 0

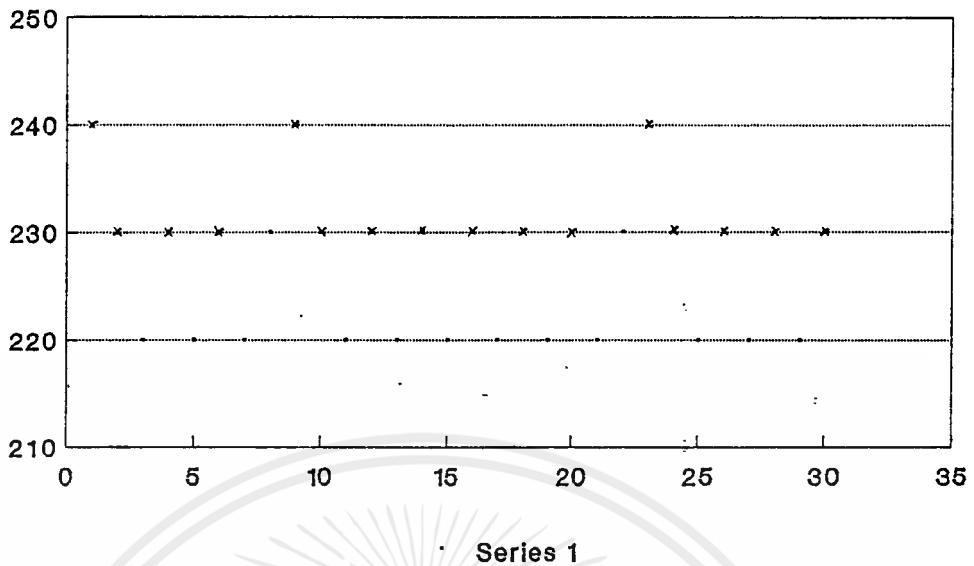
ผลการคำนวณ "

=====

delta = 10:
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 263.000000
 ค่า Standard deviation = 3.061800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 3.266053
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.986947
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.986947
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 266.478245

IMPULSE : POLARITY +

T 28c H 83% P 763.9 mmHg,1018.6 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง
=====

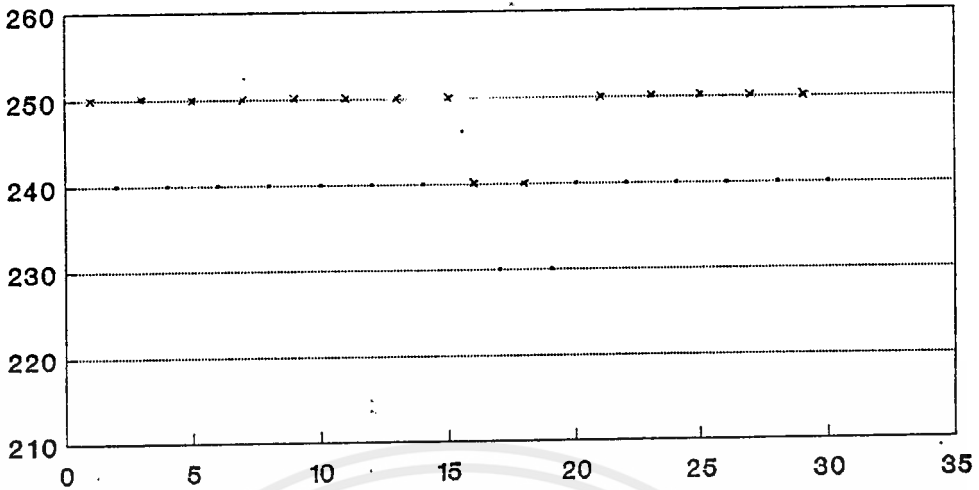
อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 28.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 83.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/กระดวยพอยด์
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0

ผลการคำนวณ
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 226.428574
 ค่า Standard deviation = 2.453474
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 4.075854
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.978417
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.978417
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 231.423347

IMPULSE : POLARITY -

T 28c H 83% P 763.9 mmHg,1018.6 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 28.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 83.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/กระดาษพอยซ์
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 230
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 13
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 0

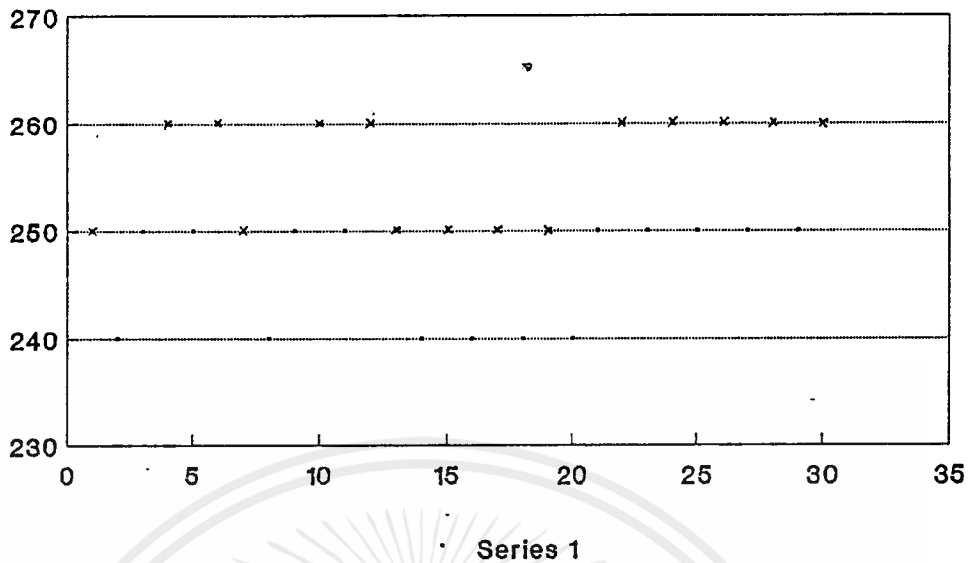
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 243.666672
 ค่า Standard deviation = 2.341800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 4.270220
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.978417
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.978417
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 249.041699

IMPULSE : POLARITY +

T 29c H 53% P 765.0 mmHg,1020.0 m



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 765.00
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 53.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ใบไม้
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 240
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 6
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 9
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 260 : 0

ผลการคำนวณ

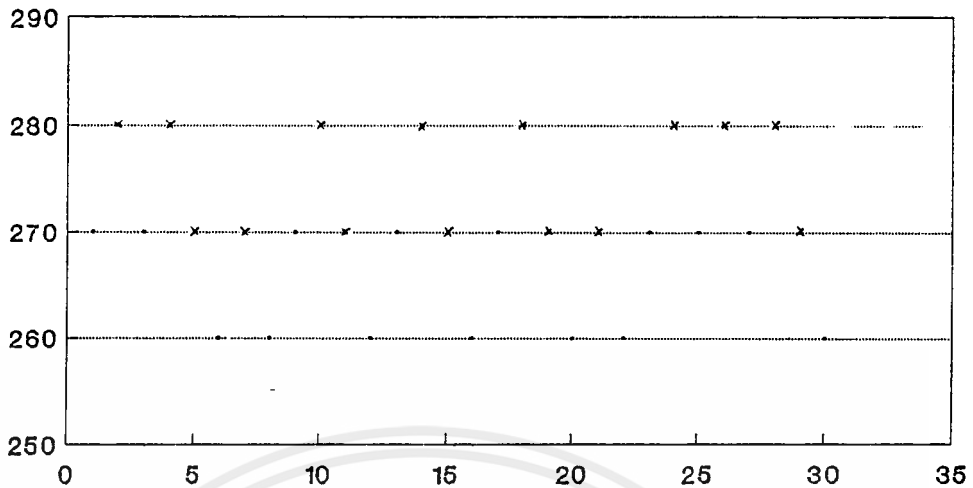
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 251.000000
 ค่า Standard deviation = 4.357800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.294736
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.976582
 ค่าแฟคเตอร์ที่ปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.976582
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 257.018980

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 28c H 53% P 766.2 mmHg, 1021.7 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 28.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 766.20
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 53.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาพะลุ่ยถ้วย : 2GLASS/ใบไม้
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 260
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 260 : 7
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 270 : 8
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 280 : 0

ผลการคำนวณ

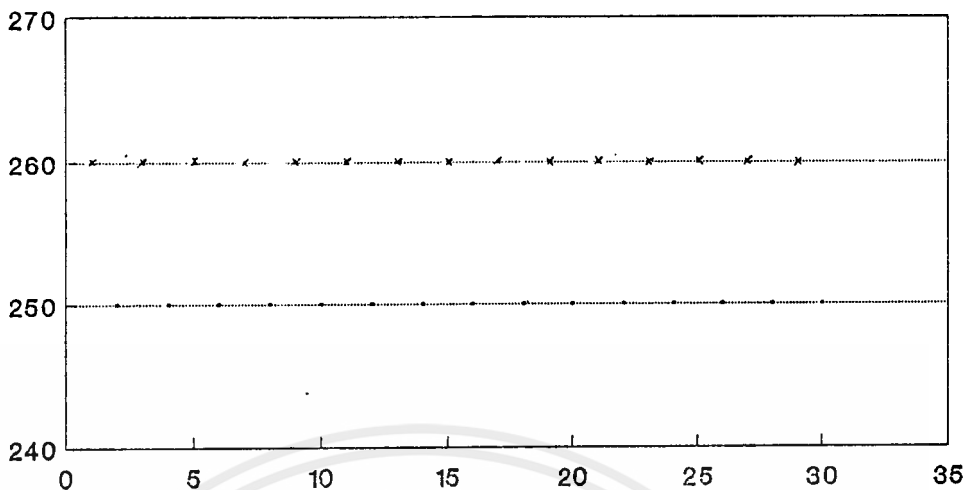
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 270.333344
 ค่า Standard deviation = 4.501300
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.221334
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.981363
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.981383
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 275.467227

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY +

T 25c H 90% P 760.8 mmHg,1021.1 mb



TOUGH GLASS 2 pc.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 25.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 760.80
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 90.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาพะลุกล้ำ : 2GLASS/ผงดำ
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 250
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 2
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 15
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 260 : 0

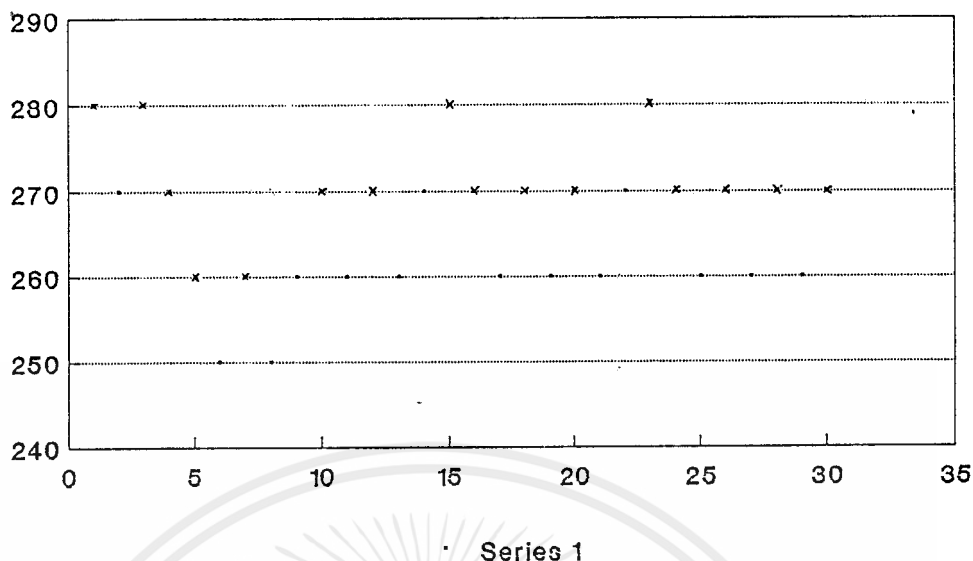
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 255.000000
 ค่า Standard deviation = 0.469800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 21.285654
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.984256
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.984256
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 259.078821

IMPULSE : POLARITY -

T 26c H 90% P 760.8 mmHg, 1021.8 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 26.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 760.80
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 90.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาพกระจกถ้วย : 2GLASS/พวงถ่าน
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 250
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่เกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่เกิด Flashover ณ แรงดัน 260 : 9
 จำนวนครั้งที่ไม่เกิด Flashover ณ แรงดัน 270 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่เกิด Flashover ณ แรงดัน 280 : 0

ผลการคำนวณ

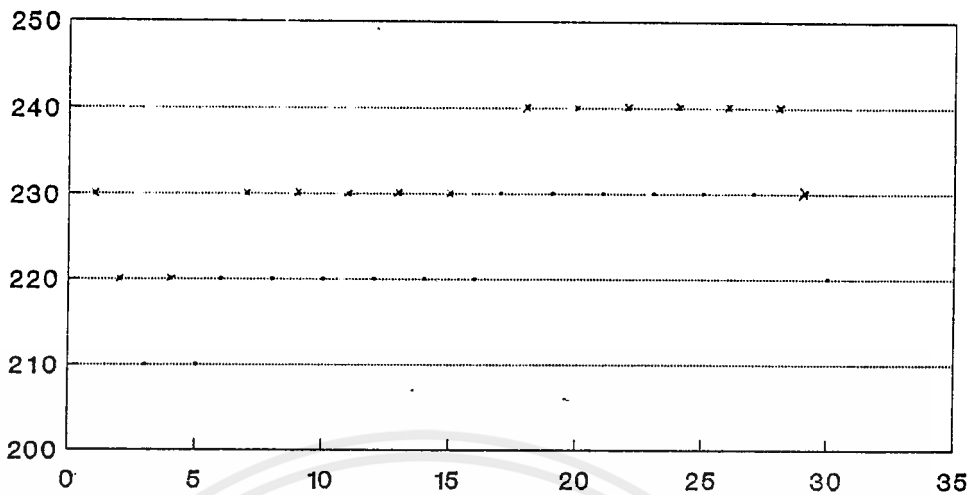
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 265.714294
 ค่า Standard deviation = 6.172861
 ค่าสัมประสิทธิ์ (δ/S) = 1.619994
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.980965
 ค่าแพคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.980965
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 270.870421

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 62% P 763.9 mmHg,1018.6 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 62.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/NaCl-5g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 210
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 6
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 6
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0

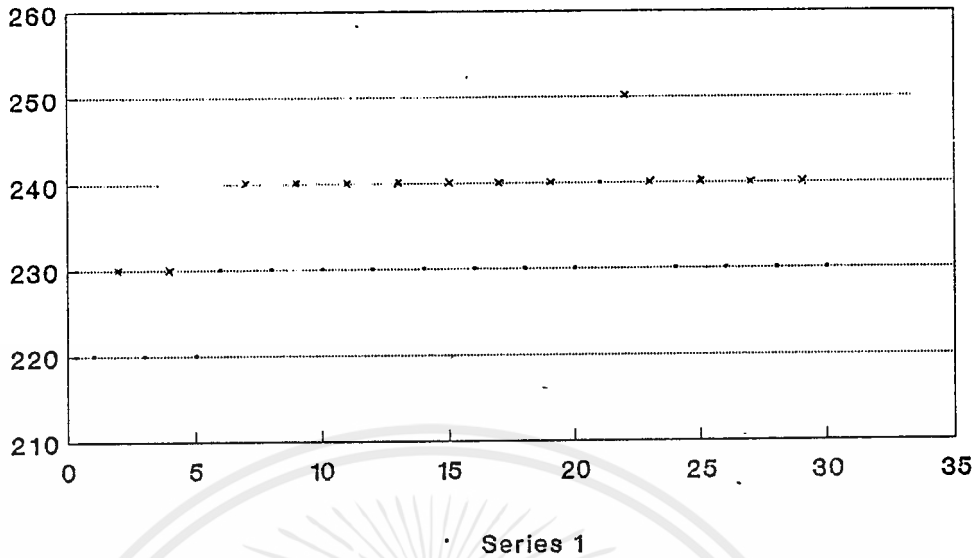
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ = 227.857147
 ค่า Standard deviation = 8.404494
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 1.189840
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968762
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968762
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 235.204527

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 62% P 763.9 mmHg,1018.6 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 62.00
 แรงดันที่เข้าทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : **NEGATIVE**
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/NaCl-5g
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 3
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 0

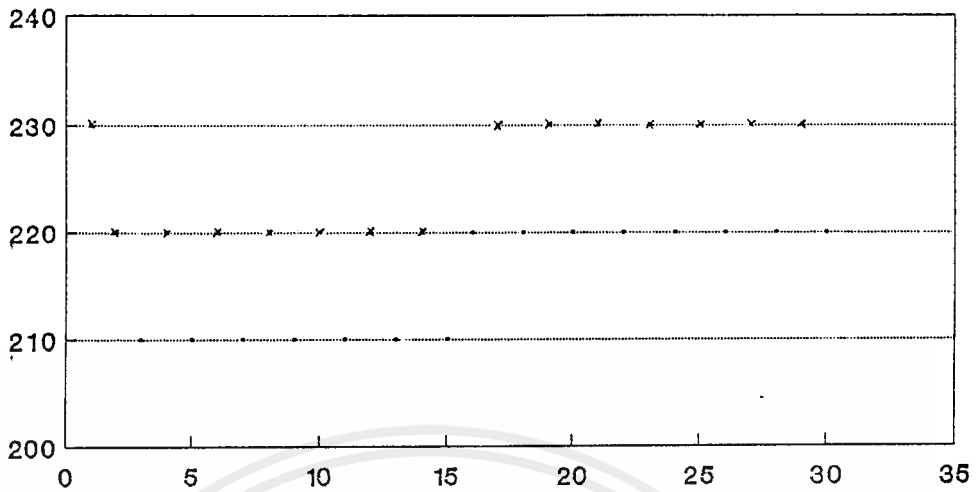
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 233.750000
 ค่า Standard deviation = 4.266675
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.343745
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968762
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968762
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 241.287398

IMPULSE : POLARITY +

T 29c H 85% P 763.9 mmHg,1018.6 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 85.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/NaCl-10g
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 210
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 7
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 8
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 0

ผลการคำนวณ

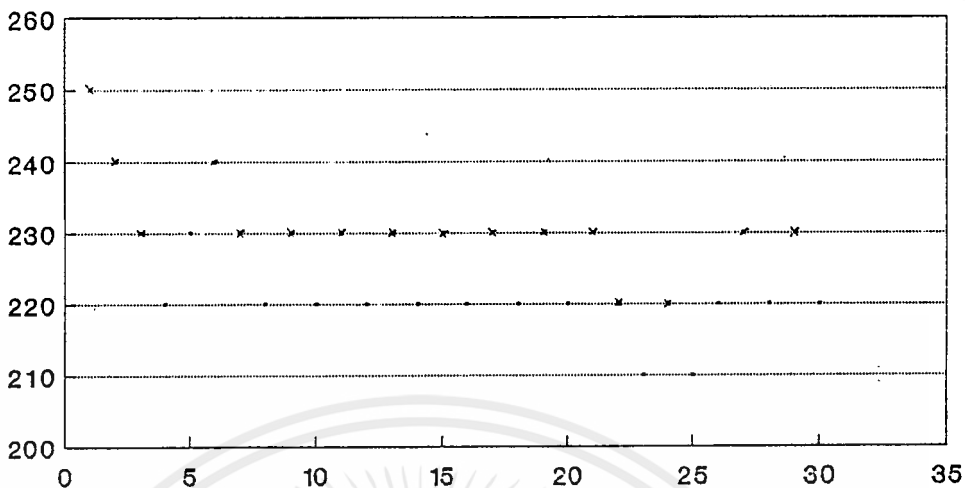
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 220:333328
 ค่า Standard deviation = 4.501800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.221334
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.975177
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.975177
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 225.941803

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 28c H 82% P 763.9 mmHg,1018.6 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 28.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 82.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/NaCl-10g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 210
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 5
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 0

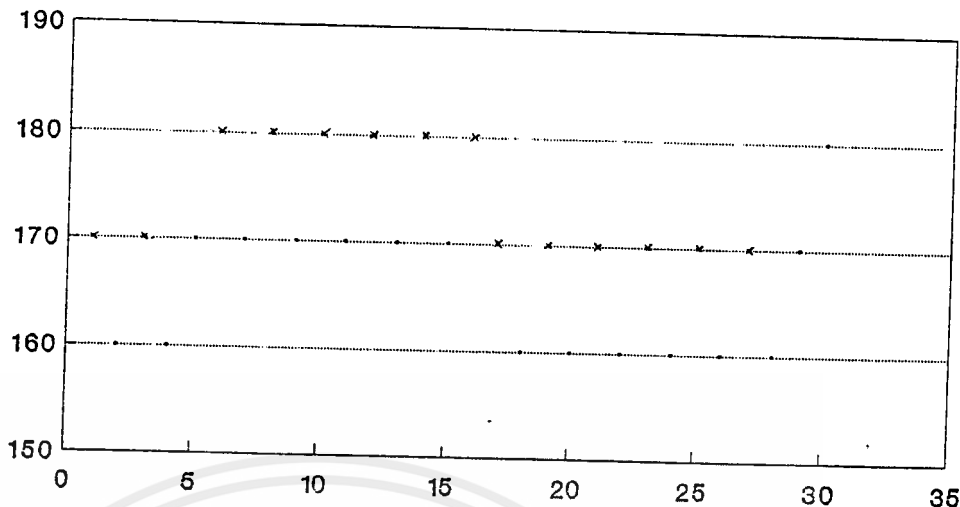
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 224.285721
 ค่า Standard deviation = 3.858576
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.591630
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.978417
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.978417
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 229.233225

IMPULSE : POLARITY +

T 28c H 82% P 763.9 mmHg,1018.6 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง
=====

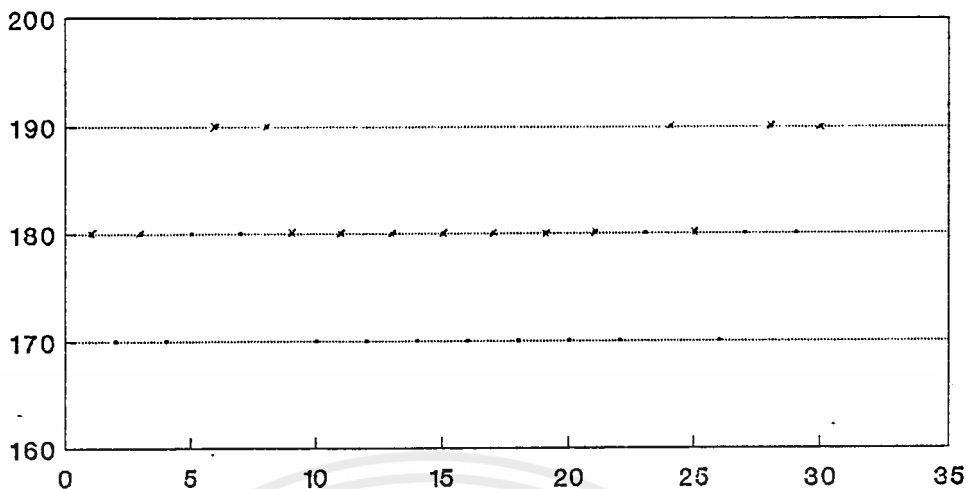
อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 28.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 82.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/NaCl-20g
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 160
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 160 : 8
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 170 : 7
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 180 : 0

ผลการคำนวณ
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 169.666672
 ค่า Standard deviation = 4.501800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.221334
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.978417
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.978417
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 173.409338

IMPULSE : POLARITY -

T 28c H 82% P 763.9 mmHg,1018.6 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 28.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 82.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/NaCl-20g
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 170
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 170 : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 180 : 5
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 0

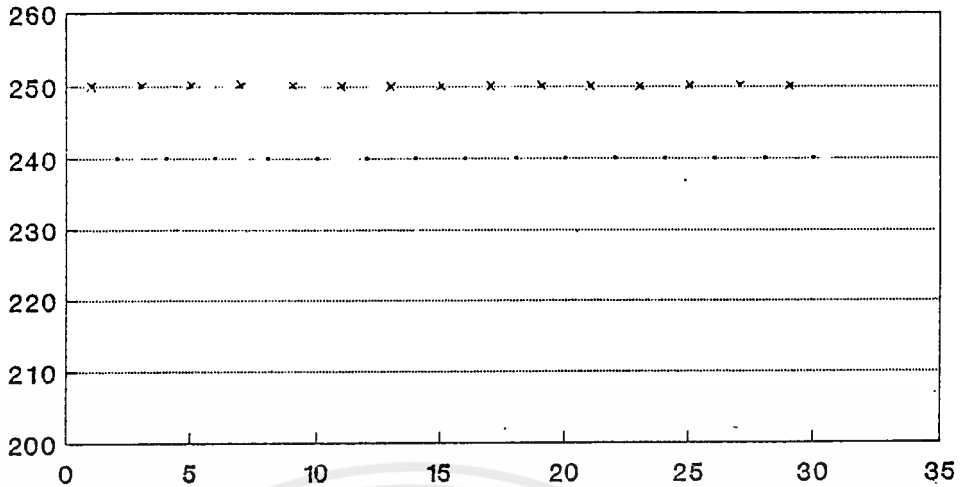
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 178.333328
 ค่า Standard deviation = 4.069800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.457123
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.978417
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.978417
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 182.267172

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 75% P 764.9 mmHg,1019.4 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ยูเรีย-5g
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 240
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 2
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 15
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 0

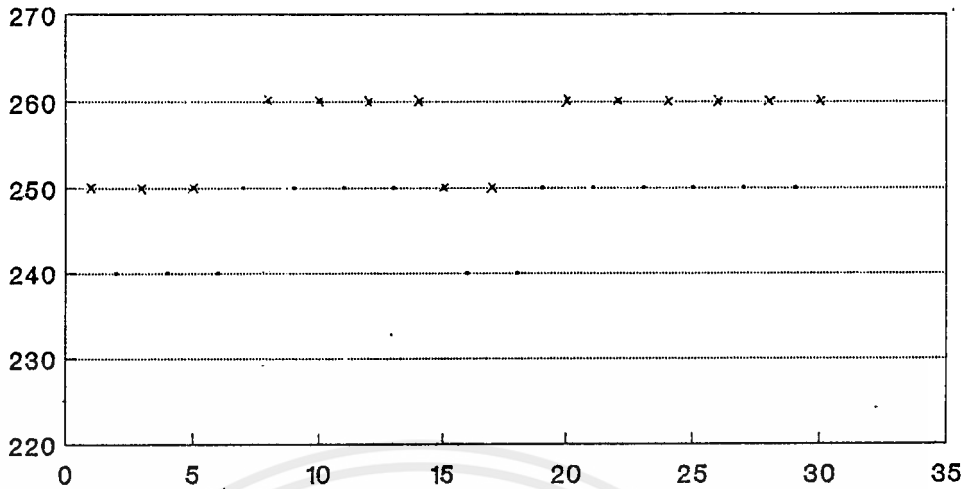
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 245.000000
 ค่า Standard deviation = 0.469800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 21.285654
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.970030
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.970030
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 252.569537

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 75% P 764.9 mmHg,1019.4 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาพะลูกถ้วย : 2GLASS/ยูเรียม-5g
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 240
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 5
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 260 : 0

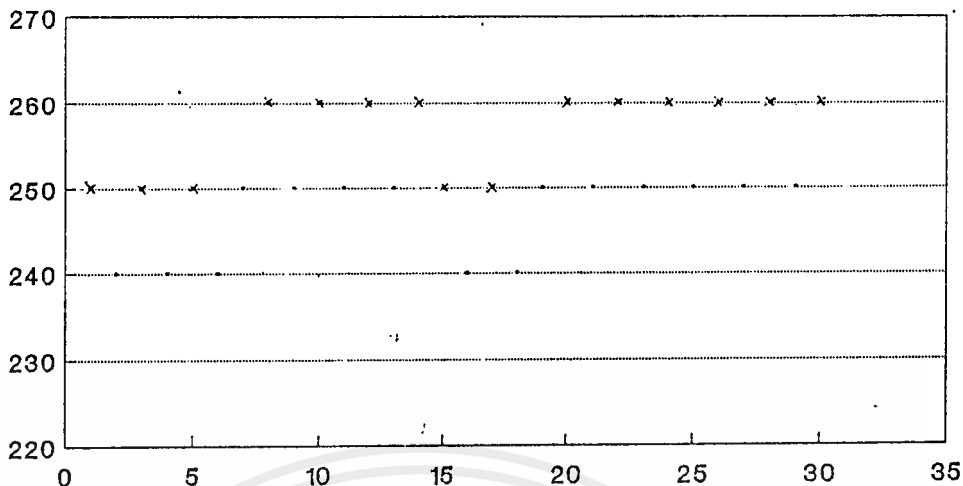
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 251.666672
 ค่า Standard deviation = 4.069800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.457123
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.970030
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.970030
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 259.442182

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 75% P 764.9 mmHg,1019.4 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ยูเรเชีย-5g
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 240
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 5
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 260 : 0

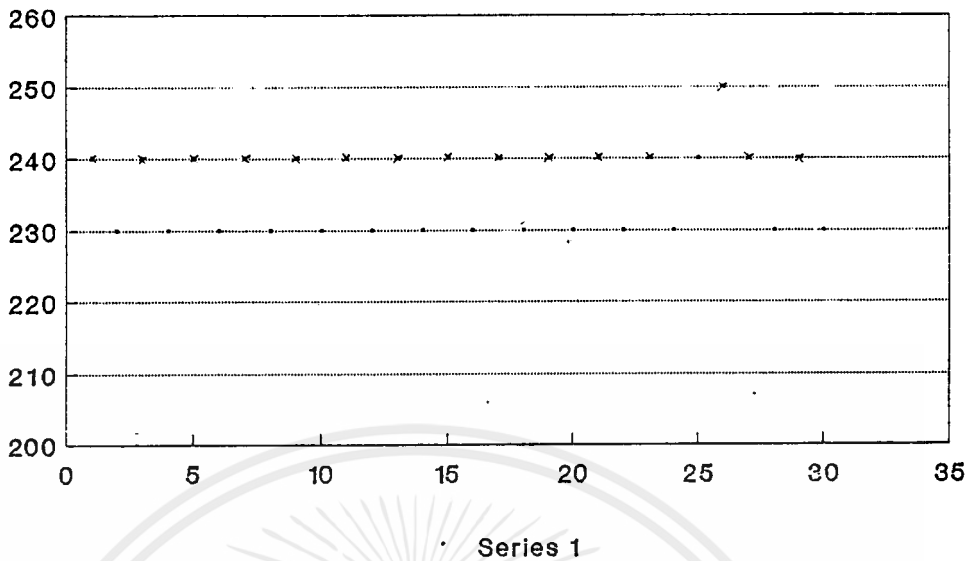
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 251.666672
 ค่า Standard deviation = 4.069800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.457123
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.970030
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.970030
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 259.442182

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 62% P 764.9 mmHg,1019.4 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.90
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 62.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ยูเรเชีย-10g
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 230
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่เกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 14
 จำนวนครั้งที่ไม่เกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่เกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 0

ผลการคำนวณ

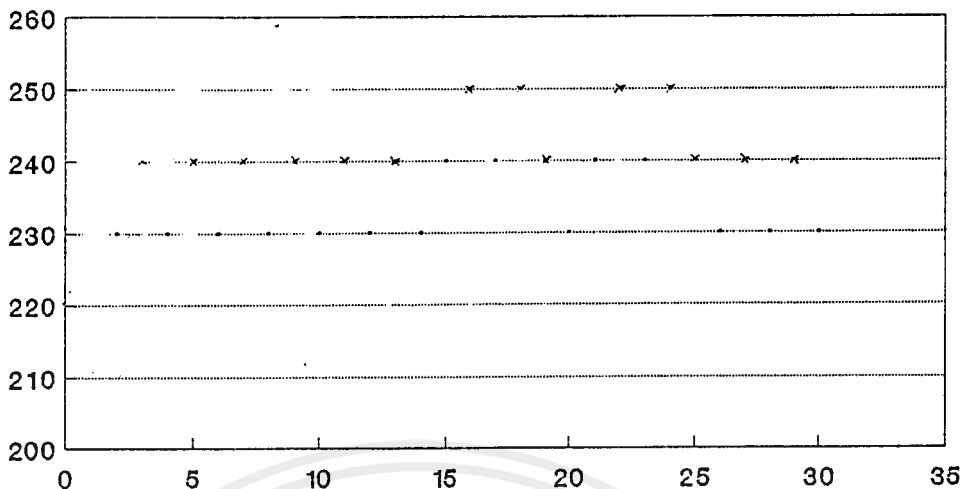
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 235.666672
 ค่า Standard deviation = 1.477800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 6.766815
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.970030
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.970030
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 242.947845

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 68% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ยูเรีย-10g
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายไม่เกิด Flashover (KV): 230
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 11
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 4
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 250 : 0

ผลการคำนวณ

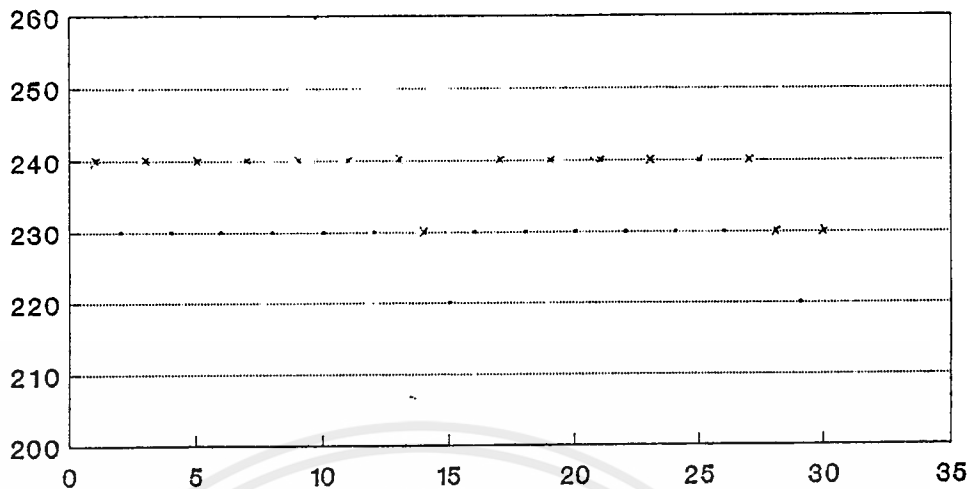
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 237.666672
 ค่า Standard deviation = 3.637800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.748914
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.969523
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.969523
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 245.137837

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 68% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ยูเรเชีย-20g
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0

ผลการคำนวณ

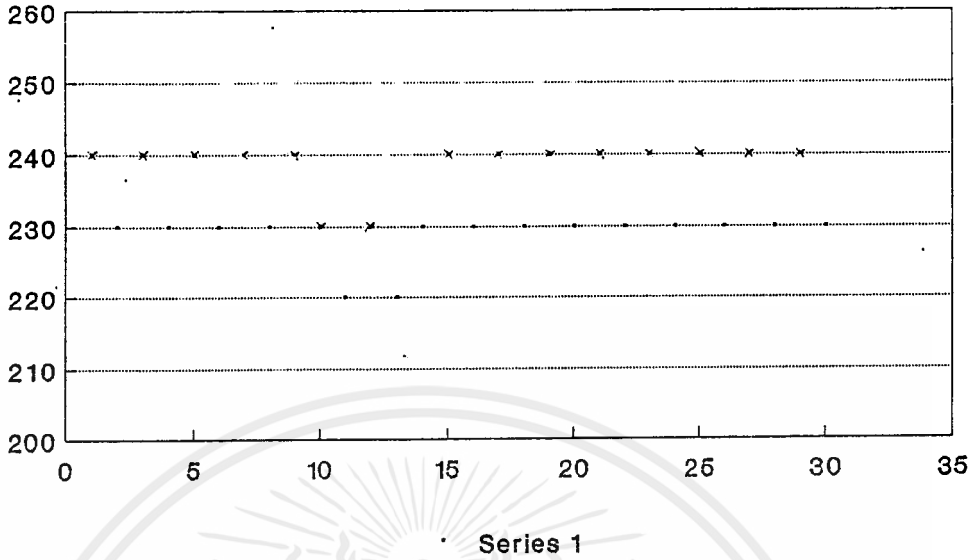
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 233.571426
 ค่า Standard deviation = 2.453474
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 4.075854
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.969523
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.969523
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 240.913855

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 68% P 764.5 mmHg,1019.4 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ยูเรเชีย-20g
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 220
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 220 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 230 : 13
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 240 : 0

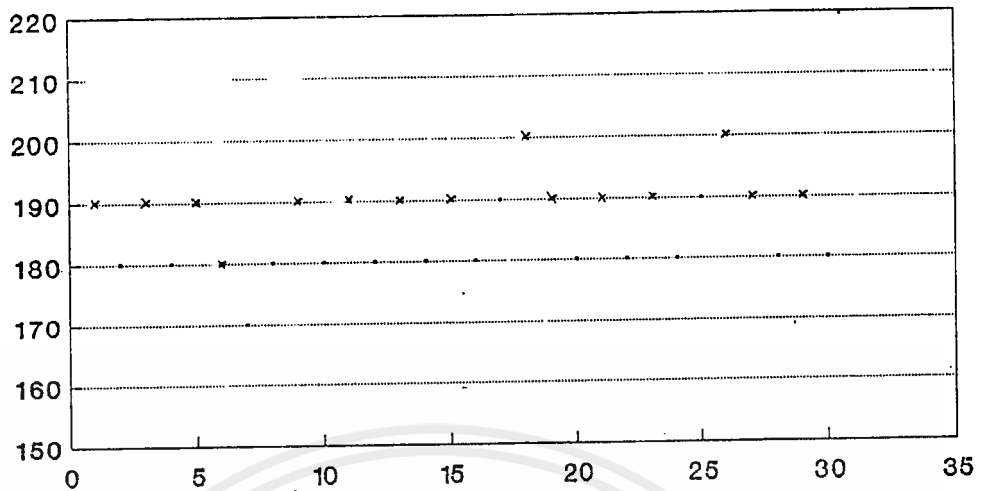
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบร์เซนท์ = 233.666672
 ค่า Standard deviation = 2.341800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 4.270220
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.969523
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.969523
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 241.012095

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 68% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง
=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ซิลฟริก-0.25มิลต่อลิตร
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 170
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 170 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 180 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 0
 "

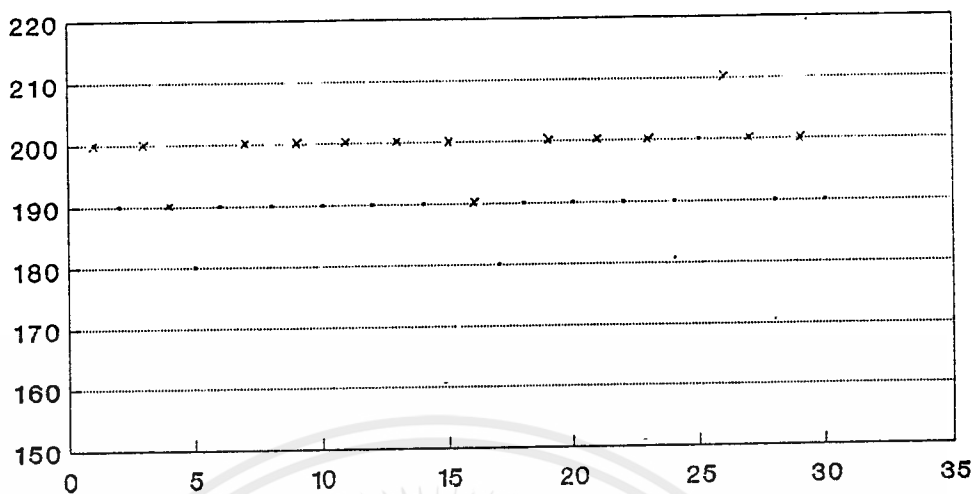
ผลการคำนวณ
=====

delta = 10.
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 185.666672
 ค่า Standard deviation = 3.637800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.748914
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968254
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968254
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 191.754021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 68% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ซิลิโคน-0.25โวลต์ต่อลิตร
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 180
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 4
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 180 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 190 : 12
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 200 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 210 : 0

ผลการคำนวณ

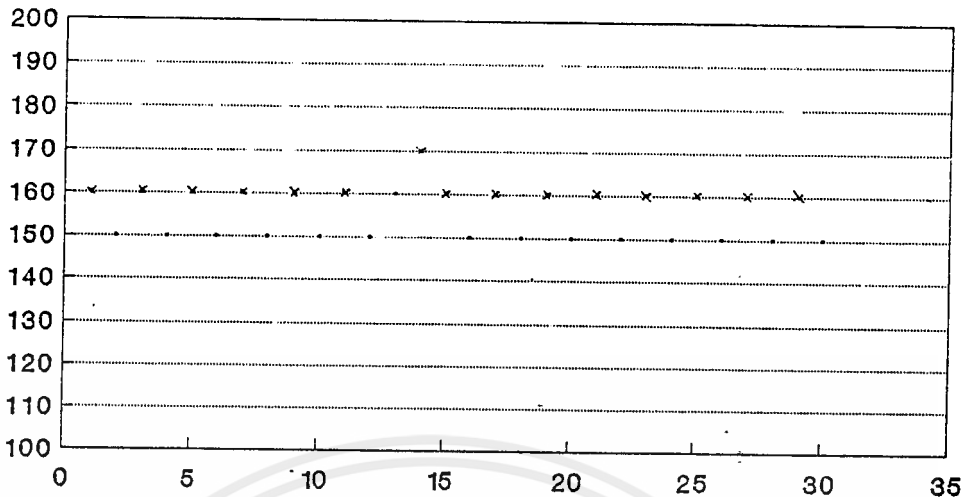
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 194.333328
 ค่า Standard deviation = 3.637800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 2.748914
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968254
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968254

เอกสารนี้เป็นค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 200.704828 หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 75% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาพกระจกถ้วย : 2GLASS/ซิลฟริก-0.5โมลต่อลิตร
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 150
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 150 : 14
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 160 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 170 : 0

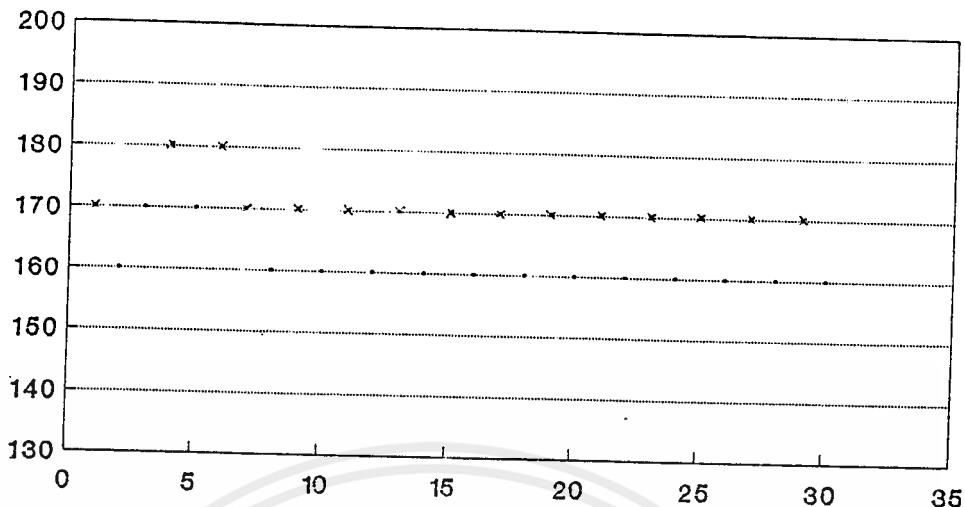
ผลการคำนวณ

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ = 155.666672
 ค่า Standard deviation = 1.477800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 6.766815
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968254
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968254
 ค่าแรงดันนามั ๗ มาตราฐาน (KV) = 160.770427

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 75% P 763.5 mmHg, 1018.1 mb



TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : NEGATIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ซิลฟูริก-0.5โมลต่อลิตร
 ค่าแรงดันต่ำสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 160
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 160 : 13
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 170 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 180 : 0

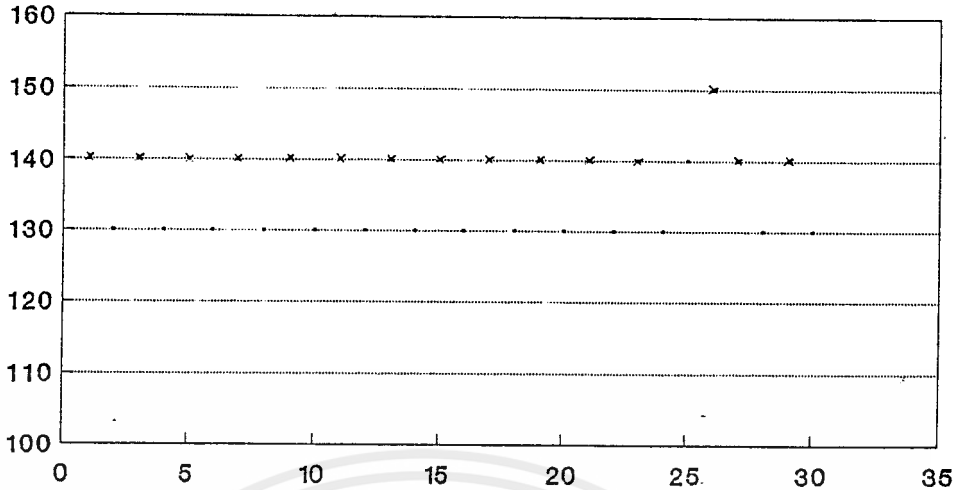
ผลการคำนวณ "

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 166.333328
 ค่า Standard deviation = 2.341800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 4.270220
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968254
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968254
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 171.786806

IMPULSE : POLARITY +

T 31c H 75% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : POSITIVE
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ซิลฟริก-1จิมลต่อลิตร
 ค่าแรงดันค่าสุดที่ไม่เกิด Flashover (KV): 130
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่เกิด Flashover ณ แรงดัน 130 : 14
 จำนวนครั้งที่ไม่เกิด Flashover ณ แรงดัน 140 : 1
 จำนวนครั้งที่ไม่เกิด Flashover ณ แรงดัน 150 : 0

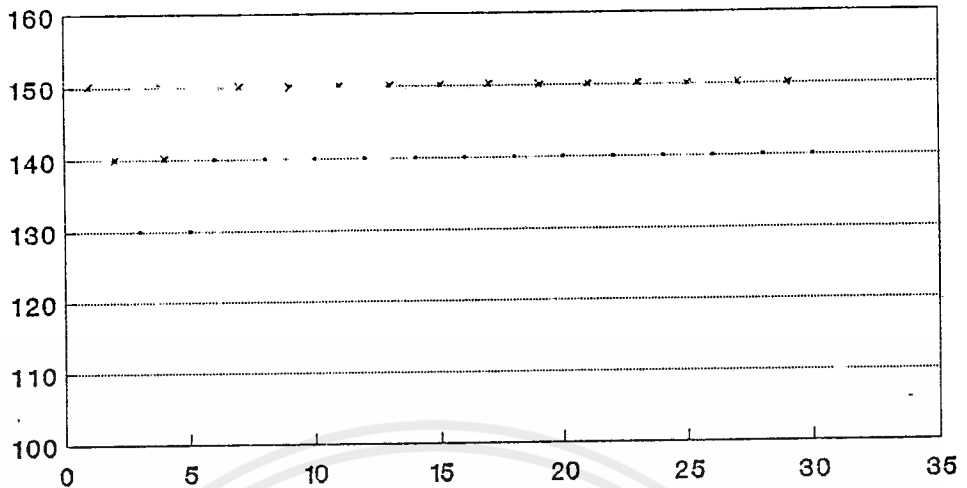
ผลการคำนวณ "

=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนค์ = 135.666672
 ค่า Standard deviation = 1.477800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 6.766815
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968254
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968254
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 140.114699

IMPULSE : POLARITY -

T 31c H 75% P 763.5 mmHg,1018.1 mb



Series 1

TOUGH GLASS 2 pcs.

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.50
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m³): 75.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (2) แรงดันอิมพัลส์
 Polarity (P)ositive or (N)egative : **NEGATIVE**
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ซิลฟูริก-1แรงต่อลิตร
 ค่าแรงดันค่าสุดท้ายที่ไม่เกิด Flashover (KV): 130
 จำนวนขอบเขตแรงดันที่เปลี่ยนแปลง : 3
 ความแตกต่างระหว่างแรงดัน(delta) : 10
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 130 : 2
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 140 : 13
 จำนวนครั้งที่ไม่มีเกิด Flashover ณ แรงดัน 150 : 0

ผลการคำนวณ "

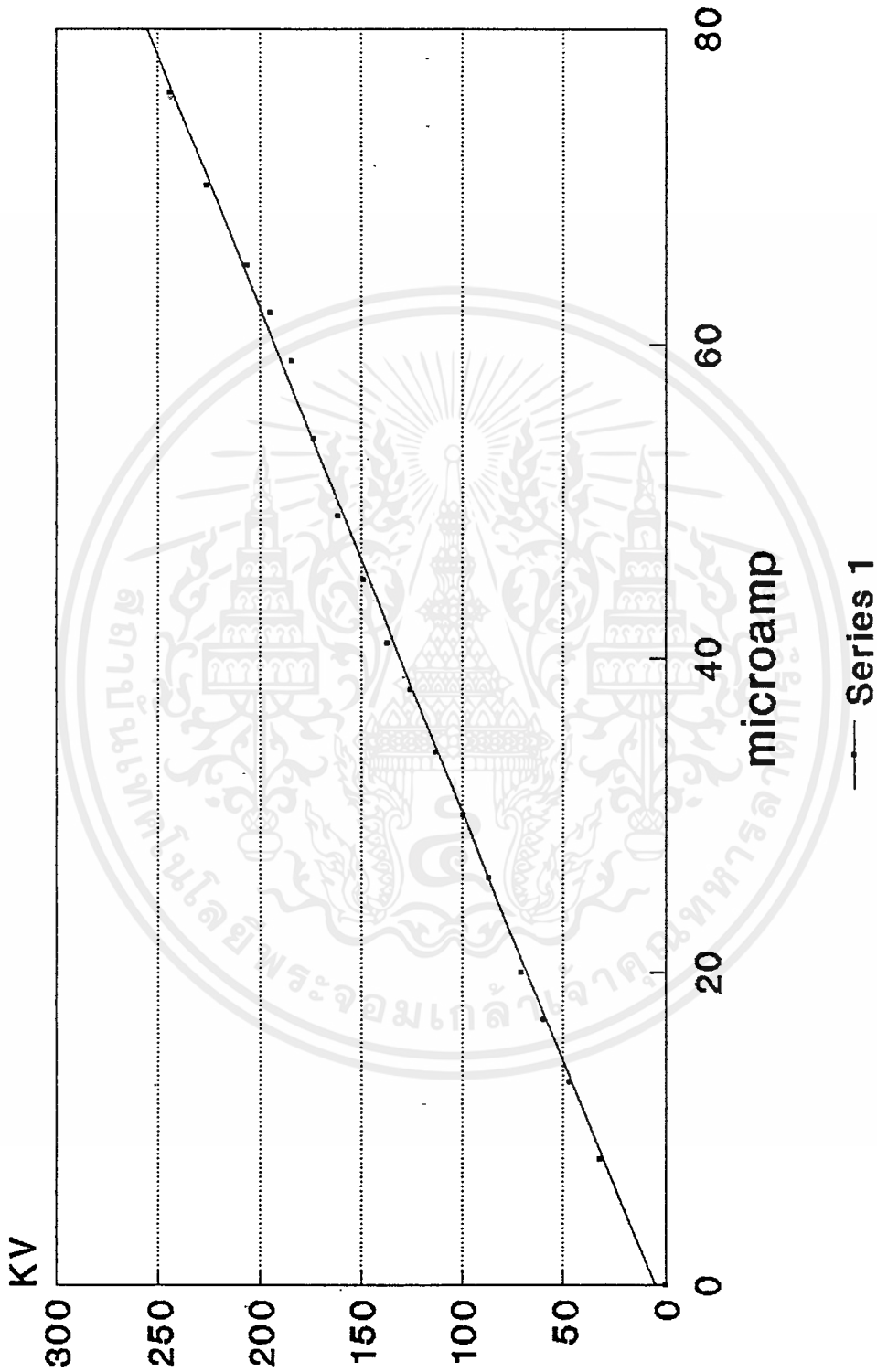
=====

delta = 10
 ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ = 143.666672
 ค่า Standard deviation = 2.341800
 ค่าสัมประสิทธิ์ (delta/S) = 4.270220
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968254
 ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968254
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) = 148.376990



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC Measurement



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 32.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 69.00

แรงดันที่เข้าทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 1PORCELAIN/NORMAL

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 131.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 137.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 144.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 144.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 144.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 137.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 140.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 144.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 140.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 144.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 140.750000

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.965712

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.965712

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 145.747412

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 32.00
ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.00
ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00
แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NORMAL
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 270.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 261.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 267.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 267.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 257.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 257.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 254.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 257.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 261.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 254.500000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ : 261.000000
ค่า Humidity correction factor (K) = 1
ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.965712
ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.965712
ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 270.266959

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 32.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 57.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/WET

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 85.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 85.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 92.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 92.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 92.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 98.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 98.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 98.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 95.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 98.500000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ : 93.825000

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.965206

ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.965206

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 96.999998

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 32.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 57.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ฝุ่น

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 248.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 241.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 235.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 248.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 241.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 248.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 241.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 238.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 244.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 235.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 242.149994

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.965206

ค่าแฟกเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.965206

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 250.879027

ข้อมูลานการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 32.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 57.00

แรงดันที่เข้าทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/กระดาษพอยซ์

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 179.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 189.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 189.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 186.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 186.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 183.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 179.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 186.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 189.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 183.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ : 185.274994

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.965712

ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.965712

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 191.853292

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 32.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ใบไม้

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 254.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 261.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 270.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 257.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 261.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 267.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 257.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 254.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 257.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 261.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ : 260.350006

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.965712

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.965712

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 269.593887

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 32.00
ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.00
ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00
แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ผงถ่านและซีเมนต์
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 235.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 241.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 248.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 235.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 241.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 244.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 241.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 235.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 241.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 235.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ : 239.875000
ค่า Humidity correction factor (K) = 1
ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.965712
ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.965712
ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 248.391903

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 32.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 58.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCL5g

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 222.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 218.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 225.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 225.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 225.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 222.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 225.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 225.250000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 224.600006

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.965206

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.965206

ค่าแรงดันนามัณ มาตราฐาน (KV) : 232.696397

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCL10g
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 202.500000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 209.000000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 212.250000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 202.500000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 209.000000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 209.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เเปอร์เซ็นต์ : 206.725006
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968381
 ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968381
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 213.474818

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 68.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCL10g

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 202.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 205.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 209.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 212.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 205.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 202.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 205.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 205.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 209.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 209.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ : 208.725006

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968381

ค่าแฟกเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968381

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 213.474818

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 68.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCL10g
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 202.500000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 209.000000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 212.250000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 202.500000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 209.000000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 209.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ : 206.725006
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968381
 ค่าแฟกเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968381
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 213.474818

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 75.00

แรงดันไฟฟ้าที่ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ซิลิโคน 1โผล่ต่อลิต

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 69.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 69.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 69.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 69.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 72.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 72.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 75.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 72.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 75.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 75.750000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ : 72.175003

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 74.099485

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/NaCL20g

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 140.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 137.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 140.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 140.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 140.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 140.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 147.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 137.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 140.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 137.500000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 140.425003

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968381

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968381

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 145.010043

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00

แรงดันที่วัดทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ลู่วีเรีย5g

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 225.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 225.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 228.500000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 228.500000

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968381

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968381

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 235.960791

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60
ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00
แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ยูเรียม10g
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 163.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 192.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 196.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 192.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 192.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 192.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 192.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 196.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 189.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 192.750000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 190.149994
ค่า Humidity correction factor (K) = 1
ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968381
ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968381
ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 196.358612

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ยูเรียม20g

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 183.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 186.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 179.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 186.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 183.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 179.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 183.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 183.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 183.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 183.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ : 183.000000

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968381

ค่าแฟกเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968381

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 188.975163

ข้อมูลในการทดลอง
=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60
ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00
แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ซิลฟูริก 0.25โมลต่อลิตร
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 124.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 124.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 124.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 124.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 121.250000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 124.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 121.250000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 127.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 127.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 127.750000

ผลการคำนวณ
=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 124.824997
ค่า Humidity correction factor (K) = 1
ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968381
ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968381
ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 128.900678

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
 สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ซิลิโคน 0.5 โมลต่อลิตร
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 75.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 75.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 72.500000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 75.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 79.000000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 79.000000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 79.000000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 82.250000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 82.250000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 82.250000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 78.349998
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968381
 ค่าแฟกเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968381
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 80.908217

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.60
ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00
แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
สภาวะลูกถ้วย : 2PORCELAIN/ซิลิโคน 1 เอมัลลิตอร์
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 59.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 62.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 62.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 62.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 66.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 66.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 66.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 62.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 66.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 69.250000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เฮอร์เซนต์ : 64.375000
ค่า Humidity correction factor (K) = 1
ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.968381
ค่าแฟคเตอร์ตัวรับแรงดัน (Kd/K) = 0.968381
ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 66.476919

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 32.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 1GLASS/NORMAL

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 144.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 147.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 144.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 147.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 144.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 144.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 140.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 137.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 147.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 144.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซนต์ : 144.000000

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.965712

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.965712

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 149.112805

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 32.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 764.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00

แรงดันไฟฟ้าทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาพหลอดถ้วย : 2GLASS/NORMAL

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 274.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 270.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 274.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 270.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 270.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 274.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 274.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 277.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 274.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 274.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 273.350006

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.965712

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.965712

ค่าแรงดันไหม้ ณ มาตรฐาน (KV) : 283.055459

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 85.00

แรงดันที่เข้าทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/WET

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 101.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 105.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 105.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 105.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 105.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 105.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 101.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 108.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 108.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 108.250000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 105.324997

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 108.133393

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 85.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ฝุ่น

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 238.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 241.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 244.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 244.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 241.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 238.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 241.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 241.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 244.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 241.500000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ : 241.824997

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028

ค่าแฟกเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 248.273043

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
 ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.20
 ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00
 แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
 สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/กระดาษพอยด์
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 202.500000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 199.250000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 202.500000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 202.500000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 202.500000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 205.750000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 199.250000
 ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 199.250000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 202.500000
 ค่า Humidity correction factor (K) = 1
 ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.967874
 ค่าแฟกเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.967874
 ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 209.221450

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 31.00
ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00
ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 62.00
แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ใบไม้
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 267.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 270.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 267.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 270.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 270.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 270.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 270.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 267.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 270.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 270.750000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 269.774994
ค่า Humidity correction factor (K) = 1
ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.967620
ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.967620
ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 278.802533

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 85.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ผงถ่านและซีเมนต์

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 235.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 235.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 231.750000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ : 232.399994

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 238.596731

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 85.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะถูกถ้วย : 2GLASS/NaCL5g

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 231.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 228.500000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 229.800003

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 235.927413

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00
ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 85.00
แรงดันไฟฟ้าทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/NaCL10g
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 205.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 202.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 202.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 209.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 202.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 202.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 222.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 205.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 205.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 205.750000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 206.399994
ค่า Humidity correction factor (K) = 1
ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028
ค่าแฟคเตอร์ปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028
ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 211.903464

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 85.00

แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/NaCL20g

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 144.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 144.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 147.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 150.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 150.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 147.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 150.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 150.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 147.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 150.500000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนต์ : 148.225006

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028

ค่าแรงดันทั้งหมด มาตรฐาน (KV) : 152.177293

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 85.00

แรงดันไฟฟ้าทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ยูเรีย5g :

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 225.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 222.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 222.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 222.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 225.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 225.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 228.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 225.250000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เฮอร์เซนส์ : 225.250000

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 231.256089

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00

ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00

ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 85.00

แรงดันที่วัดทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ยูเรีย10g

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 199.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 196.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 199.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 202.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 205.750000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 202.500000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 199.250000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 196.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 196.000000

ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 196.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซ็นต์ : 199.250000

ค่า Humidity correction factor (K) = 1

ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028

ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028

ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 204.562822

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00
ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 85.00
แรงดันที่ใช้ทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ยูเรียม 20g
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 196.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 196.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 196.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 192.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 196.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 196.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 192.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 196.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 196.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 196.000000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ : 195.350006
ค่า Humidity correction factor (K) = 1
ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028
ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028
ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 200.558838

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00
ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 75.00
แรงดันไฟฟ้าทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ซิลฟูริก0.25โวลต์ออลิทร
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 131.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 134.250000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 131.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 134.250000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 134.250000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 134.250000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 137.500000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 140.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 140.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 140.750000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เบอร์เซนส์ : 135.875000
ค่า Humidity correction factor (K) = 1
ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028
ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028
ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 139.497985

ข้อมูลในการทดลอง

=====

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง (Celcius): 29.00
ความดันขณะทำการทดลอง (mmHg): 763.00
ความชื้นขณะทำการทดลอง (g/m^3): 75.00
แรงดันที่วัดทดสอบ (1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
สภาวะลูกถ้วย : 2GLASS/ซิลิโคน 0.5ไมลต่อลิตร
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 1 : 88.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 2 : 92.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 3 : 92.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 4 : 92.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 5 : 88.750000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 6 : 92.000000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 7 : 95.250000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 8 : 95.250000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 9 : 95.250000
ค่าแรงดันที่วัดได้ครั้งที่ 10 : 98.500000

ผลการคำนวณ

=====

ค่าแรงดัน 50 เปอร์เซนต์ : 92.974998
ค่า Humidity correction factor (K) = 1
ค่า Air density correction factor (Kd) = 0.974028
ค่าแฟคเตอร์ตัวปรับแรงดัน (Kd/K) = 0.974028
ค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน (KV) : 95.454093

บทที่ 4

สรุปผลและวิจารณ์

ในปัจจุบัน มีการนำลูกถ้วยแขวนมาใช้งานจำนวนมาก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจึงเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบคุณภาพของลูกถ้วยว่ามีคุณสมบัติตามมาตรฐานหรือไม่ ลูกถ้วยที่เราจะนำมาใช้งานจึงถูกนำมาทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเป็นอันดับแรก เพื่อทราบถึงคุณลักษณะของลูกถ้วยนั้น ๆ จากการทดสอบสมบัติทางไฟฟ้าสำหรับลูกถ้วยแขวนตัวอย่างชนิดปอร์ชเลนและแก้วเหนียวในห้องปฏิบัติการพบว่า เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำหรับสมบัติทางไฟฟ้าและผลการทดสอบก็ไม่สามารถยืนยันว่า ลูกถ้วยที่ผ่านการทดสอบเป็นลูกถ้วยที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื่องจากต้องทดสอบด้านอื่นประกอบ งานวิจัยฉบับนี้ใช้เพื่อนำมาเสนอแนวทางการทดสอบสมบัติทางไฟฟ้าตามมาตรฐานที่ยอมรับเท่านั้น

สำหรับส่วนของการศึกษาผลของสารปนเปื้อนโดยการจำลองสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติในกรณีต่างๆ นั้น ไม่ว่าจะเป็น การจำลองสภาพลูกถ้วยเป็นฝุ่น จี๊เต้า สารเคมี เช่น เกลือโซเดียมคลอไรด์ กรดซัลฟูริก พบว่าการทนแรงดันไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้าวาทไฟตามผิวอิมพัลส์ 50 เปอร์เซ็นต์) มีแนวโน้มลดลง และค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าต่างกันออกไป เมื่อเปรียบเทียบกับลูกถ้วยที่สะอาด

จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นทราบว่าสารปนเปื้อนมีผลทำให้ประสิทธิภาพการเป็นฉนวนของลูกถ้วยลดลง ซึ่งในสภาพความเป็นจริง สารปนเปื้อนตามธรรมชาติมีหลายชนิดรวมกัน แล้วแต่สภาพแวดล้อมที่การใช้งานของลูกถ้วย ทั้งปริมาณและชนิดของสารปนเปื้อนเป็นสิ่งสำคัญในการลดประสิทธิภาพการเป็นฉนวนของลูกถ้วย งานวิจัยมุ่งเน้นการแสดงผลกระทบของสารปนเปื้อนที่มีต่อลูกถ้วยในเรื่องที่กล่าวมา การศึกษาเฉพาะบริเวณที่นำลูกถ้วยไปใช้งานเป็นสิ่งจำเป็นในการพิจารณาผลของสารปนเปื้อน ซึ่งนำไปประมาณการสะสมของสารปนเปื้อน ตลอดจนระยะเวลาในการทำความสะอาดลูกถ้วยต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติการใช้งานของลูกถ้วยฉนวนตามมาตรฐาน

คุณสมบัติ	แบบแก้ว หนึ่งขา	แบบพอร์ซเลน
1. ผลจากแรงดันเกิน	ทนต่อค่าแรงดันหน้าคลื่นของ Impulse ได้โดยไม่ทะลุ	อาจมีการทะลุในช่วงหน้าคลื่นของ Impulse ได้
2. ผลการทนไหลดทางกล	การทนทางกลไม่มีผลกระทบจากเวลาหรือไหลดทางกล	ความทนทางกลมีค่าลดลง ประมาณ 30%
3. ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	สัมประสิทธิ์การขยายตัวมีค่าใกล้เคียงกับ cap และ pin	สัมประสิทธิ์การขยายตัวมีค่าน้อยกว่า cap และ pin 44%
4. ผลของ Power arc	ทนต่อค่าความร้อนสูงๆ เนื่องจากกระแสอาร์คที่สูงได้	ชั้นไดอิเล็กตริกอาจระเบิดออกได้เนื่องจากกระแสอาร์คสูงๆ
5. ค่ากระแสรั่วไหลภายใต้สภาพความชื้นและสกปรก	ชั้นไดอิเล็กตริกถูกออกแบบมาเพื่อลดสิ่งสกปรกและจำกัดค่ากระแส	การออกแบบไดอิเล็กตริกถูกจำกัดโดยกระบวนการผลิต
6. การเคลื่อนย้าย	Crate of six 100KN น้ำหนักลูกถ้วย 26 Kg (57lbs)	Crate of six 100KN น้ำหนักลูกถ้วย 37Kg (82lbs)
7. การเสียหายขณะขนย้าย, การเก็บ และการติดตั้ง	มีค่าคงทนต่อแรงกลสูง จึงช่วยป้องกันความเสียหายได้	มีค่าคงทนต่อแรงกลเพียง 70% เมื่อเทียบกับแบบแก้วหนึ่งขา
8. การทดสอบความเสียหาย	สามารถตรวจพบด้วยสายตาปกติ	การตรวจต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ และเวลาในการตรวจสอบ:
9. การบำรุงรักษาขณะ Hotline	-ไม่จำเป็นต้องตรวจฉนวนแต่ละลูกว่ามีการทะลุหรือไม่ก่อนการใช้งาน Hotline -น้ำหนักเบา ทำให้บำรุงรักษาง่าย	-เพื่อความปลอดภัย ควรตรวจฉนวนทุกลูกก่อนการใช้งาน -น้ำหนักมากกว่า บำรุงรักษายาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างระหว่างลูกถ้วยแขวนปอร์ชเลนและลูกถ้วยแขวนแก้วเหนียวตัวอย่าง
(ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ)

1. ราคา : ลูกถ้วยแขวนแบบแก้วเหนียวมีราคาที่สูงกว่าแบบปอร์ชเลนประมาณ 3 เท่า
2. ลักษณะรูปทรง : ส่วนโครงสร้างของลูกถ้วยแขวนทั้งสองชนิดแตกต่างกัน โดยลูกถ้วยแบบแก้วเหนียวมีขนาดครีบบทที่ใหญ่กว่าแบบปอร์ชเลนและช่องว่างระหว่างครีบบทมีขนาดมากกว่าแบบปอร์ชเลน
3. การเกิดวาทไฟตามผิว : ลูกถ้วยแขวนแบบแก้วเหนียวจะปรากฏร่องรอยเป็นทางตามแนวการเกิดวาทไฟตามผิวในขณะที่แบบปอร์ชเลนไม่ปรากฏ
4. คุณสมบัติทางไฟฟ้า : ไม่สามารถบอกได้ว่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของลูกถ้วยชนิดใดดีกว่ากัน เนื่องจากลูกถ้วยที่นำมาทดสอบเป็นแบบ 52-3 เหมือนกัน เพียงแต่ทำให้ทราบว่าลูกถ้วยตัวอย่างที่นำมาทดสอบจะมีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในเรื่องคุณสมบัติทางไฟฟ้าหรือไม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าบริษัทผู้ผลิตจะผลิตลูกถ้วยให้มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเพียงใด



ภาคผนวก ข.

ค่าแรงดันไฟวบบตามผิว (Flashover Voltage) มักจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ตลอด ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม สภาพอากาศ โดยจะพบว่า ค่าแรงดันไฟวบบตามผิวผ่านอากาศจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อความหนาแน่นของอากาศและความชื้นในอากาศมีค่าสูงขึ้น ดังนั้นการทดลองในสภาพอากาศที่ต่างกัน จึงให้ผลการทดลองที่แตกต่างกันไปด้วย จึงจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ปรับสภาพบรรยากาศ (Atmosphere Correction Factor) ปรับค่าที่ได้จากการทดลองในสภาพอากาศต่างกันไปให้ไปสู่ค่าแรงดันที่สภาวะมาตรฐานเดียวกัน (Standard Reference Atmosphere)

ที่ อุณหภูมิ (t_0) = 20 องศาเซลเซียส
 ความดัน (P_0) = 101.3 KPa (760 mmHg)
 ความชื้น (h_0) = 11g water vapor per cubic meter

1. Air density correction factor : K_d สามารถหาได้จากสมการความสัมพันธ์

$$K_d = \left[\frac{P}{P_0} \right]^m * \left[\frac{(273 + t_0)}{(273 + t)} \right]^n$$

โดยที่ค่า P = ความดันบรรยากาศขณะทดลอง

t = อุณหภูมิ(เซลเซียส)ขณะทดลอง

m, n หาได้จากตารางที่ 1ข

2. Humidity correction factor : K_h สามารถหาได้จากสมการความสัมพันธ์

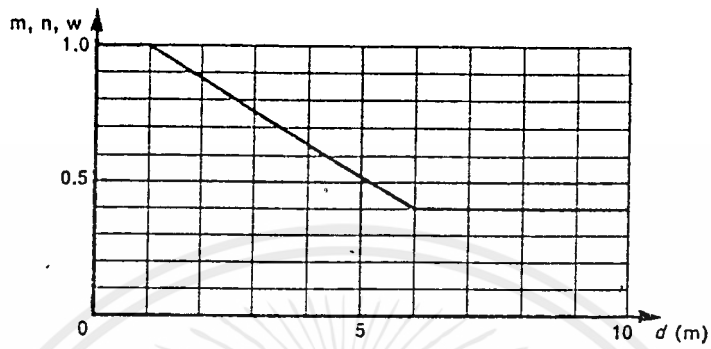
$$K_h = (k)^w$$

โดยที่ค่า k หาได้จากตารางที่ 2ข

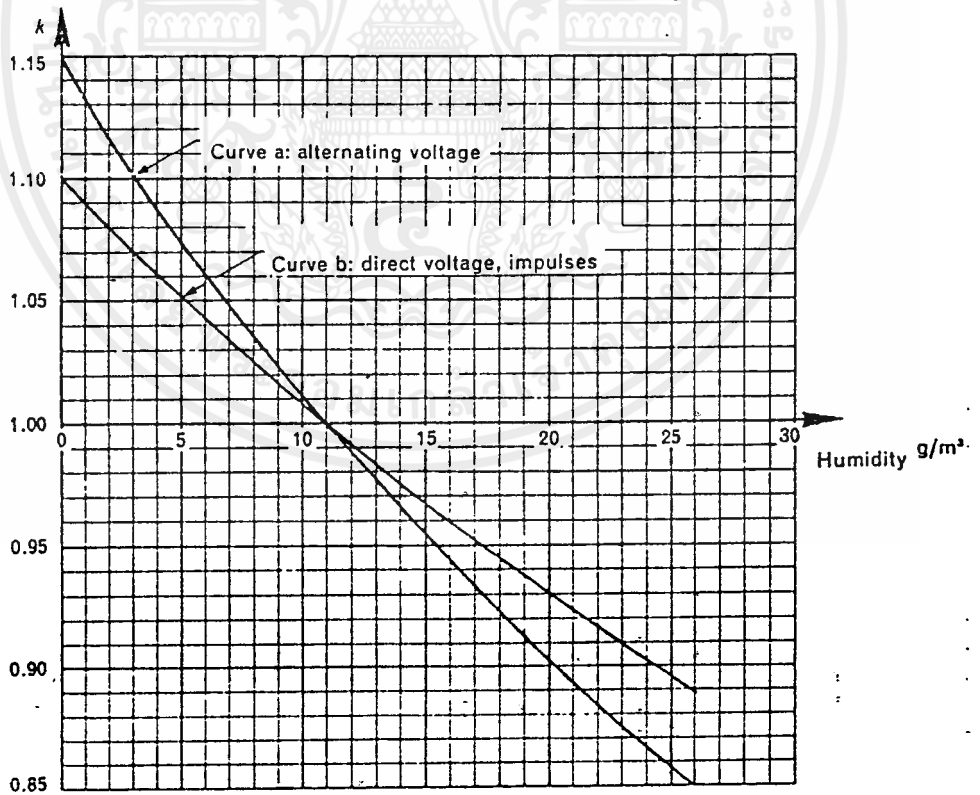
w หาได้จากตารางที่ 1ข

หลังจากที่ทราบค่า K_d และ K_h ก็คำนวณหาค่าแรงดันใหม่ ณ มาตรฐาน โดยใช้ความสัมพันธ์

$$\text{ค่าแรงดัน ณ มาตรฐาน} = \frac{\text{ค่าแรงดันที่ได้จากการทดลอง}}{(K_d/K_h)}$$



ตาราง 1ข

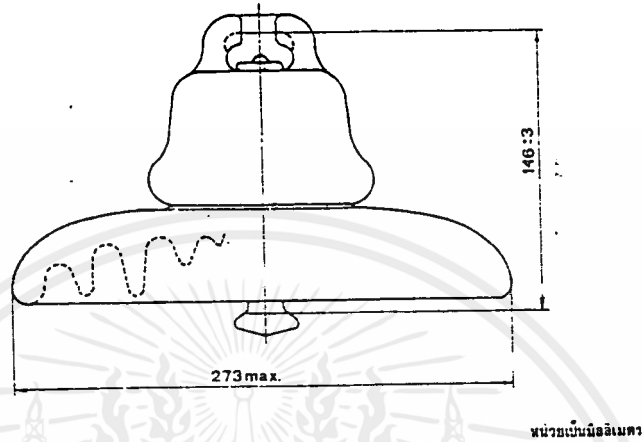


ตาราง 2ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.1

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลูกถ้วยแขวน : ปอร์ชเลน

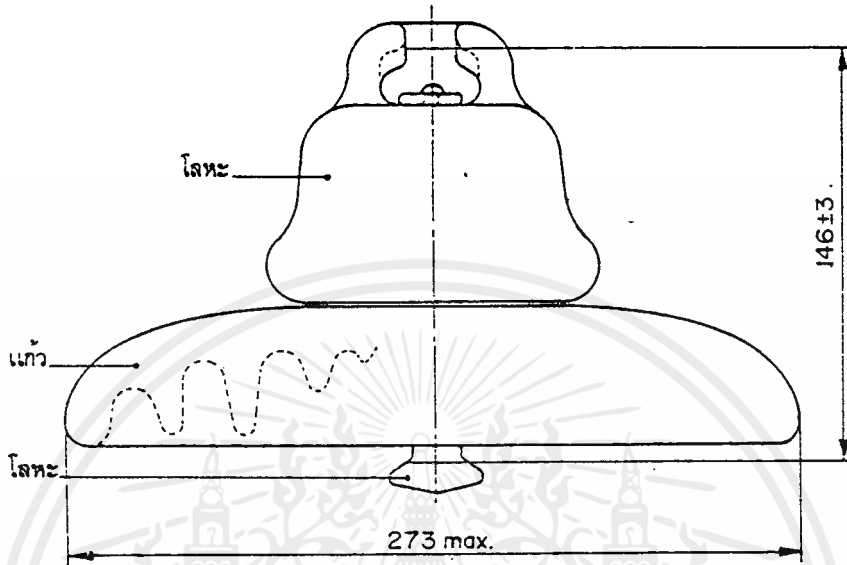


พิกัดทางมิติต่ำสุด		
ระยะร้าว	(มิลลิเมตร)	292
พิกัดทางกล		
ความแข็งแรงร่วมทางกลและทางไฟฟ้า	(กิโลนิวตัน)	66.72
ความแข็งแรงต่อการกระทบทางกล	(เซนติเมตรนิวตัน)	621.34
ความทนแรงดึง	(กิโลนิวตัน)	33.36
โหลดเวลา	(กิโลนิวตัน)	44.48
พิกัดทางไฟฟ้า		
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวแห้งความถี่ต่ำ	(กิโลโวลต์)	80
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกความถี่ต่ำ	(กิโลโวลต์)	50
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์วิกฤตทางบวก	(กิโลโวลต์)	125
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์วิกฤตทางลบ	(กิโลโวลต์)	130
แรงดันไฟฟ้าเจาะผ่านความถี่ต่ำ	(กิโลโวลต์)	110
พิกัดทางแรงดันไฟฟ้ารบกวนคลื่นวิทยุ		
แรงดันไฟฟ้าทดสอบความถี่ต่ำ, ค่ารบกวนสแควร์เทียบกับดิน	(กิโลโวลต์)	10
แรงดันไฟฟ้ารบกวนคลื่นวิทยุสูงสุดที่ 1 000 กิโลเฮิรท์ (ไมโครโวลต์)		50

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ภาคผนวก ก.2

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลูกถ้วยแขวน : แก้วเหนียว



พิกัดทางมิติต่ำสุด		
ระยะร้าว	(มิลลิเมตร)	292
พิกัดทางกล		
ความแข็งแรงร่วมทางกลและทางไฟฟ้า	(กิโลนิวตัน)	67
ความแข็งแรงต่อการกระทบทางกล	(นิวตันเมตร)	6
แรงดึงทดสอบ	(กิโลนิวตัน)	33.5
โหลดเวลา	(กิโลนิวตัน)	44
พิกัดทางไฟฟ้า		
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวแห้งความถี่ต่ำ	(กิโลโวลต์)	80
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกความถี่ต่ำ	(กิโลโวลต์)	50
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์วิกฤตทางบวก	(กิโลโวลต์)	125
แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์วิกฤตทางลบ	(กิโลโวลต์)	130
แรงดันไฟฟ้าเจาะผ่านความถี่ต่ำ	(กิโลโวลต์)	110
พิกัดทางแรงดันไฟฟ้ารบกวนคลื่นวิทยุ		
แรงดันไฟฟ้าทดสอบความถี่ต่ำ, ค่ารบกวนสแควร์เทียกับดิน	(กิโลโวลต์)	10
แรงดันไฟฟ้ารบกวนคลื่นวิทยุสูงสุดที่ 1 000 กิโลเฮิรท์	(ไมโครโวลต์)	50

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

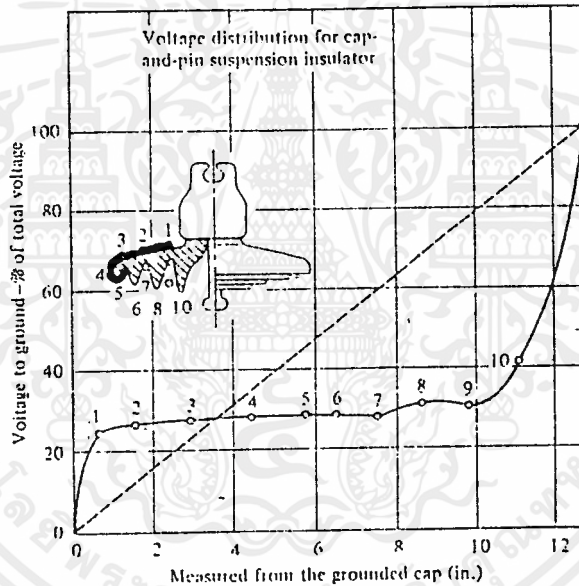
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

การทดสอบอาร์คซึ่งกราวน์ (Arcing Ground) ของลูกถ้วย

1. ทฤษฎี

การเกิดอาร์คซึ่งกราวน์ เกิดจากการลัดวงจรบริเวณผิวฉนวนของลูกถ้วยเนื่องจากสารคูควมชื้น มาเกาะติด เช่น เกลือ น้ำตาล จะทำให้เกิดการสูญเสียสภาพการเป็นฉนวนที่ผิวชั่วขณะ ซึ่งถ้าเกิด หลายครั้งติดต่อกันอาจทำให้เกิดการลัดวงจรบริเวณผิวฉนวนอย่างถาวร เราจะเรียกว่าการรวบไฟตาม ผิวของลูกถ้วย



รูปแสดงการเกิดอาร์คซึ่งกราวน์

จากรูป การเกิดลัดวงจรที่ผิวฉนวนอาจจะได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับบริเวณของสารคูควมชื้น เมื่อทำการทดสอบจะเห็นการสปาร์คผ่านอากาศของกระแสไฟตรงบริเวณฉนวนปกติ เช่น จะเมื่อการลัดวงจรที่จุด 1 ถึงจุด 5 มีผลทำให้แรงดันระหว่างจุดดังกล่าวมีค่าเท่ากับศูนย์ การสปาร์คผ่านอากาศจะเห็นที่ด้านใต้ของลูกถ้วย ซึ่งจะเกิดเพียงชั่วขณะโดยการสปาร์คที่เห็นเป็นผลจากอากาศเบรคดาวน์

2. แนวทางการทดลอง

2.1) นำสารดูดความชื้นเช่นเกลือ หรือน้ำตาล มาโรยไว้บนลูกถ้วย จากนั้นหยคน้ำลงไปให้แพร่บริเวณผิวลูกถ้วย รอให้แห้ง ทำการวัดเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สารต่อพื้นที่ผิวของลูกถ้วยด้านบน

2.2) นำไปทดสอบโดยใช้แรงดันไฟฟ้าความถี่ต่ำ ด้วยแรงดันขนาด 1.5-3.5 เท่าของฟิวด์แรงดันที่ใช้งาน สังเกตรอยและบันทึกระยะเวลาการเกิดอาร์คซึ่งกราวณ์

2.3) ทำตามข้อ 2.2 เช่นเดิมประมาณ 3-4 ครั้ง เปรียบเทียบผลในแต่ละครั้ง

2.4) ถ้าต้องการเปรียบเทียบระหว่างชนิดของสารหรือพื้นที่ของสารต่อพื้นที่ผิวของลูกถ้วยด้านบน ก็ให้ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 2.1 ถึง 2.3

2.5) นำลูกถ้วยที่ทำความสะอาดมาทดสอบดังข้อ 2.2 และ 2.3 ตรวจสอบว่ามีรอยหรือไม่

3. สรุปและวิเคราะห์

จากแนวทางการทดสอบโดยทฤษฎีแล้ว จะเกิดรอยการอาร์คซึ่งกราวณ์กว้างขึ้นเมื่อป้อนแรงดันหลายครั้งสำหรับลูกถ้วยที่มีสารดูดความชื้น และกรณีลูกถ้วยที่สะอาด จะไม่มีรอยการเกิดอาร์คซึ่งกราวณ์

สำหรับงานวิจัยนี้ มีปัญหาเรื่องอุปกรณ์การตรวจสอบรอยการเกิดอาร์คซึ่งกราวณ์ จึงไม่สามารถนำผลมาเปรียบเทียบได้

ภาคผนวก จ.การวิเคราะห์และการทำงานผลกระทดสอบ

เนื่องจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูง มีขีดจำกัดในเรื่องอุปกรณ์การทดสอบและการจำลองสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ผลการทดสอบตลอดจนกราฟที่นำมาเสนอจึงเป็นการทำนายโดยประมาณเท่านั้น

ตารางแสดงประสิทธิภาพของลูกถ้วยกับชนิดสารปนเปื้อน

สารปนเปื้อน

ประสิทธิภาพการทนแรงดันไฟฟ้าวาบไฟ
ตามผิวของลูกถ้วยลดลงโดยประมาณ

น้ำ	30%
ฝุ่นละออง	4%
กระดาษพอยด์	16%
ใบไม้	1%
ผงถ่านและซีเมนต์	5%

- หมายเหตุ :
1. กระดาษพอยด์ และใบไม้มีขนาด 20 % ของพื้นที่ผิวด้านบนของลูกถ้วย
 2. ข้อมูลที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยสำหรับลูกถ้วยปอร์ซเลนและแก้วเหนียวในการทนแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวอิมพัลส์และกระแสตรง เมื่อเทียบกับลูกถ้วยแขวนที่สะอาด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ศุภลี บรรจงจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์
มณฑล สีลาจินดาไกรฤกษ์ ที่ได้ให้ความรู้ ความเอาใจใส่ และชี้แนะแนวทางในการปฏิบัติงาน
ตลอดจนอุปการะการทดลองจนบรรลุเป้าหมาย

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความสนใจและความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลูกถ้วยแขวน : แก้วเหนียว", กระทรวงอุตสาหกรรม, มอก. 563-2528, เล่มที่ 102, ตอนที่ 49.
- [2] "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลูกถ้วยแขวน : ปอร์ซเลน", กระทรวงอุตสาหกรรม, มอก. 354-2528, เล่มที่ 98, ตอนที่ 12.
- [3] ชวลิต คำรงรัตน์, "การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า.", ซีเอ็ด
- [4] ดร. สำราญ สังข์สะอาด, "วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง."
- [5] Walter L. Weeks, "Transmission And Distribution Of Electrical Energy.", Harper & Row, Publishers, New York.
- [6] J.S.T. Looms, "Insulators For High Voltages.", IEE Power Engineering Series 7. 1-67
- [7] K. Naito และคณะ, "Improvement Of The DC Voltage Insulation Efficiency Of Suspension Insulators Under Contaminated Condition.", IEEE Transaction On Electrical Insulation, Vol. 23, No.6, p. 1025-1032 (December 1988)
- [8] "IEEE Standard Techniques For High-Voltage Testing, 6th Edition", The Institute Of Electrical and Electronics Engineers, Inc., April 26, 1982