

๕๖๙.๙๙๔

๖๖๙๒๓

๙.๒

การศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มูลเลอร์ที่สร้างจากวัสดุภายในประเทศ
และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา
เมื่อนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน

ปริญญานิพนธ์

ของ

วิรัช ภูมุนศรี

๒๓ พ.ย. ๒๕๓๒

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน ๒๕๓๑

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

169131

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน

(รศ. ไซ สาลีจัน)

..... กรรมการ

(รศ. สมเกียรติ กรีทอง)

..... กรรมการ

(อ. สวัสดิ์ ปานนาว์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รศ. ไซ สาลีจัน)

..... กรรมการ

(รศ. สมเกียรติ กรีทอง)

..... กรรมการ

(อ. สวัสดิ์ ปานนาว์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อ. บุญชา ศิลป์สกุลสุข)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่ ..18.. เดือน ...ตุลาคม... พ.ศ. 2532...

ประกาศคุณปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ไช่ สาลีฉัน รองศาสตราจารย์สมเกียรติ กรีกทอง อาจารย์สวัสดิ์ ปานเนา และอาจารย์บัญชา คีลป์สกุลสุข ที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำ วิธีการต่าง ๆ ในการสร้างหัววัดรังสี ตลอดจนตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิลชัฐ สารวิจิตร อาจารย์ศุภพงษ์ ประภาศิริ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการตรวจแก้ไขบทความภาษาอังกฤษ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์พ่ายพ เรืองแก้ว ที่เป็นผู้นำเทคนิคการเชื่อมแก้วและการใช้เครื่องดูดอากาศกำลังสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เพชรรัตน์ ขาวละออ อาจารย์พรชัย หนูแก้ว เพื่อน ๆ และน้อง ๆ รวมทั้งบุคคลอื่น ๆ อีกหลายท่านที่ไม่สามารถจะกล่าวนามในที่นี้ได้หมดที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่พระคุณของ บิดา-มารดา-ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่วางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

วิรัช ภูบุญศรี

ธันวาคม 2531

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	ข้อตกลงเบื้องต้น	7
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2	ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	9
	เอกสารเกี่ยวกับทฤษฎี	9
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยาย	25
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต	26
	เอกสารเกี่ยวกับเจตคติ	29
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยาย	31
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต	32
	สมมติฐานในการค้นคว้าวิจัย	34
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าและทดลอง	35
	ประชากร	35
	กลุ่มตัวอย่าง	35
	แบบแผนการทดลอง	35
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	36

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	37
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	49
การวิเคราะห์ข้อมูล	50
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	50
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	54
ผลการทดลองการศึกษหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี แบบ จี - เอ็ม	55
ผลการทดลองจากการนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน	99
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	101
การศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี	101
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	101
การวิเคราะห์ข้อมูล	102
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	102
การทดลองนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน	103
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	103
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	103
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	103
การวิเคราะห์ข้อมูล	104
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	104
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	105
ข้อเสนอแนะ	107
บรรณานุกรม	108
ภาคผนวก	113

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 5 %	55
2	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 5 %	57
3	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 5 %	59
4	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 5 %	61
5	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 5 %	63
6	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 15 %	65
7	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 15 %	67

8	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 15 %	69
9	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 15 %	71
10	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 15 %	73
11	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	75
12	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	77
13	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	79
14	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	81

15	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซิ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	83
16	แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่าง ๆ ณ ระดับความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซิ่งแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	85
17	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิต กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	99
18	แสดงผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิต กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	100

ดัชนีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	ไดอะแกรมแสดงการทำงานของหัววัดรังสีชนิดบรรจุแก๊ส	11
2	แสดงการทำงานของหัววัดรังสีแบบไอออนไนเซชันเซมิคอนดักเตอร์	12
3	แสดงภาพตัดของหัววัดรังสีแบบปรอทฟลูออโรซีนอล	13
4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ไอออนที่นับได้กับความต่างศักย์ไฟฟ้าใน ไอออนไนเซชันเซมิคอนดักเตอร์	15
5	แสดงหัววัดรังสีแบบไกเกอร์ - มุลเลอร์ชนิดต่าง ๆ	18
6	กราฟแสดงลักษณะจำเพาะในการทำงานของหัววัดรังสีแบบ จี-เอ็ม	19
7	แสดงปรากฏการณ์ทอว์นเชินอะเวอลานซ์	20
8	แสดงการระงับด้วยแก๊ส	22
9	แสดงรูปร่างฟิล์มจากหัววัดรังสีแบบ จี-เอ็ม	24
10	แสดงอุปกรณ์ในการสร้างหัววัดรังสี	37
11	แสดงอุปกรณ์การเป่าแก้ว	38
12	แสดงการตัดแผ่นเหล็ก ไรซินิม	39
13	แสดงการเชื่อมแก้วหุ้มหลอดทั้งสแตน	39
14	แสดงการใส่เส้นลวดแกนกลางที่ใช้เป็นขั้วบวก	40
15	แสดงการเชื่อมหลอดแก้วที่ออกสู่อากาศ	40
16	แสดงการใส่แผ่นโลหะขั้วลบของหัววัดรังสี	41
17	แสดงหัววัดรังสีที่สร้างปิดปลายแล้ว	41
18	แสดงอุปกรณ์ในการบรรจุแก๊ส	42
19	แสดงการเตรียมหัววัดรังสีก่อนการบรรจุแก๊ส	43
20	แสดงการอบหัววัดรังสีก่อนการบรรจุแก๊ส	44
21	แสดงหัววัดรังสีที่บรรจุแก๊สเรียบร้อยแล้ว	45

22	ไดอะแกรมแสดงวงจรการหาประสิทธิภาพการนับของหัววัดรังสี	45
23	แสดงเครื่องมือสำหรับการทดลองหาประสิทธิภาพการนับของหัววัดรังสี	46
24	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ เควันซิงแก๊ส ในอัตราส่วน 5 %	56
25	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ เควันซิงแก๊ส ในอัตราส่วน 5 %	58
26	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ เควันซิงแก๊ส ในอัตราส่วน 5 %	60
27	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ เควันซิงแก๊ส ในอัตราส่วน 5 %	62
28	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ เควันซิงแก๊ส ในอัตราส่วน 5 %	64
29	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ เควันซิงแก๊ส ในอัตราส่วน 15 %	66
30	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ เควันซิงแก๊ส ในอัตราส่วน 15 %	68

31	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินชิงแก๊ส ในอัตราส่วน 15 %	70
32	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินชิงแก๊ส ในอัตราส่วน 15 %	72
33	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินชิงแก๊ส ในอัตราส่วน 15 %	74
34	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินชิงแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	76
35	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินชิงแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	78
36	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินชิงแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	80
37	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินชิงแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	82
38	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ณ ระดับความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินชิงแก๊ส ในอัตราส่วน 25 %	84

- 39 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า
ณ ระดับความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้แคว้นซึ่งแก๊ส
ในอัตราส่วน 25 % 86
- 40 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า
ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้แคว้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน ... 87
- 41 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า
ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้แคว้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน ... 88
- 42 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า
ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้แคว้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน .. 89
- 43 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า
ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้แคว้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน .. 90
- 44 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า
ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้แคว้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน .. 91
- 45 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า
ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้แคว้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน .. 92
- 46 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า เริ่มต้นของ
การทำงานของหัววัดและความดันของแก๊สภายในหัววัดรังสี ที่มีความดันต่างกัน
ใช้แคว้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 5 % 93
- 47 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า เริ่มต้นของ
การทำงานของหัววัดและความดันของแก๊สภายในหัววัดรังสี ที่มีความดันต่างกัน
ใช้แคว้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 15 % 94
- 48 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า เริ่มต้นของ
การทำงานของหัววัดและความดันของแก๊สภายในหัววัดรังสี ที่มีความดันต่างกัน
ใช้แคว้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 25 % 95

- 49 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าของ
การทำงานของหัววัดและความดันของแก๊สภายในหัววัดรังสี ที่มีความดัน
ต่างกัน ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 5 % 96
- 50 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าของ
การทำงานของหัววัดและความดันของแก๊สภายในหัววัดรังสี ที่มีความดัน
ต่างกัน ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 15 % 97
- 51 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าของ
การทำงานของหัววัดและความดันของแก๊สภายในหัววัดรังสี ที่มีความดัน
ต่างกัน ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 25 % 98

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในยุคของความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีและวิทยาการใหม่ ๆ ซึ่งเป็นที่ประจักษ์แล้วว่า การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่าง ๆ การศึกษาค้นคว้าทางด้านทฤษฎี ตลอดจนการนำเอาผลงานจากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่มวลมนุษย์นั้นกำลังดำเนินไปอย่างต่อเนื่องและก้าวหน้าไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด การศึกษาค้นคว้าและการประยุกต์ใช้เกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีก็ได้ก้าวหน้าไปอีกระดับหนึ่งที่มนุษย์ได้นำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ หลายประเภท เช่น ด้านการแพทย์ใช้เพื่อการตรวจวินิจฉัยโรค การเกษตรใช้เพื่อการถนอมอาหาร การอุตสาหกรรมใช้ในการควบคุมการผลิตวัสดุต่าง ๆ ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล ในทางการทหารใช้สำหรับการสร้างอาวุธยุทธโธปกรณ์ เป็นต้น นอกจากนี้ในบางประเทศก็นำมาใช้เพื่อเป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน เช่น โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (มาลี บานชื่น. 2525 : 73) จะเห็นได้ว่ากัมมันตภาพรังสีได้ก้าวเข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์เราตามลำดับ

สิ่งที่มีคุณค่าเอนกอนันต์ในทางตรงกันข้ามก็อาจมีโทษมหันต์ถ้าหากว่าชาววิจักษณ์ในการใช้สิ่งนั้น กัมมันตภาพรังสีก็เช่นกันแม้จะถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ หลายชนิดดังที่กล่าวมาแล้วก็ตาม แต่ต้องอยู่ภายใต้การควบคุมอย่างระมัดระวังจากผู้เชี่ยวชาญเป็นพิเศษ มิฉะนั้นแล้วก็อาจจะนำมาซึ่งความสูญเสียอันใหญ่หลวงดังเช่น เหตุการณ์การระเบิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เชอร์โนบีลของรัสเซียซึ่งมีผลทำให้ประชาชนและสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงประสบภัยจากการได้รับรังสีอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุในครั้งนี้เป็นจำนวนมาก (ปานจิต ฐานิพานิชกุล. 2530 : 42) นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อชาวโลกทั้งหมดแม้จะอยู่ในพื้นที่ห่างไกลรวมทั้งประเทศไทยของเราด้วย ในบางครั้งถ้าการพัฒนา กัมมันตภาพรังสีมาใช้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการทำลายล้างซึ่งกันและกันก็ย่อมเสียหายแก่ทั้งสองฝ่ายที่ไม่สามารถประเมินค่าได้ เช่น เหตุการณ์ที่

เมืองอิโรชิมาและเมืองนางาซากิ เมื่อครั้งมหาสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งได้สร้างความสูญเสียให้กับประเทศญี่ปุ่นทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก เหตุการณ์ในครั้งนั้นก็ยังคงอยู่ในความทรงจำของชาวโลกตลอดมา ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของคนเราเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีก็อาจทำให้ได้รับอันตรายได้เช่นกันดังเช่นเหตุการณ์ในระหว่างปี ค.ศ. 1912 - ค.ศ. 1966 ที่เมืองแกรนด์จังชัน (Grand Junction) มลรัฐโคโลราโด (Colorado) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการนำเอาทางแร่จากเหมืองแร่ยูเรเนียมมาถมเพื่อปรับบริเวณที่อยู่อาศัยซึ่งต่อมาพบว่า ปริมาณรังสีในหมู่บ้านแห่งนี้มีค่าสูงและผู้ที่อยู่อาศัยในหมู่บ้านนั้นเป็นโรคมะเร็งที่ปอด มะเร็งโลหิต สูงกว่าปกติจนต้องมีการอพยพผู้คนออกจากบริเวณดังกล่าว (กมล เหล่าสมบัติทวี. 2529 : บทนำ) จากที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่ากัมมันตภาพรังสีสามารถก่อทั้งคุณประโยชน์และโทษได้ตลอดเวลา โดยธรรมชาติทั่ว ๆ ไปแล้วมีกัมมันตภาพรังสีกระจายอยู่ตามพื้นโลกและชั้นของบรรยากาศในปริมาณที่แตกต่างกันอีกทั้งยังได้รับปริมาณรังสีเหล่านี้ตลอดเวลา เพราะเหตุว่ากัมมันตภาพรังสีต่าง ๆ เหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้เองทั้งตามธรรมชาติจากการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีอื่น ได้แก่ ยูเรเนียม เรเดียม ธอเรียม เป็นต้น และจากการกระทำของมนุษย์เราเช่น ฝุ่นกัมมันตรังสีจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู เครื่องฉายรังสีเอกซ์ และอื่น ๆ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตที่ใช้น้ำและอากาศในการดำรงชีวิตย่อมได้รับสารเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายด้วย (สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2506 : 26) แม้ในสิ่งไม่มีชีวิตก็ยังปรากฏกัมมันตภาพรังสีในเนื้อสารนั้นดังผลงานการวิจัยของ กมล เหล่าสมบัติทวี (2529 : 49) ที่ได้ศึกษากัมมันตภาพรังสีแกมมาที่มีอยู่ตามธรรมชาติในวัสดุก่อสร้าง พบว่า ในเซรามิกมีค่ากัมมันตภาพรังสีแกมมาสูงสุดจากการศึกษาวัสดุ 10 ชนิด ดังนั้นปริมาณรังสีรอบ ๆ ตัวเราจึงเป็นปัญหาที่จะมองข้ามไม่ได้และเป็นปัญหาที่ยากต่อการแก้ไขให้หมดสิ้นโดยง่ายเพราะเหตุว่ากัมมันตภาพรังสีเป็นสิ่งที่ตามเรามองไม่เห็น ไม่ทราบแหล่งกำเนิด แหล่งที่มา ทำให้ยากต่อการแก้ปัญหา หากมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่เราต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่สามารถตรวจวัดรังสีได้เข้ามาช่วยเพื่อที่จะได้หาวิธีแก้ไขป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ทันกับเหตุการณ์ เครื่องมือที่ใช้กันแพร่หลายก็คือ ชุดเครื่องวัดรังสี ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลายอย่างโดยเฉพาะหัววัดรังสีเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากเพราะเป็นอุปกรณ์ชนิดเดียวเท่านั้นที่สามารถทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีรังสีมาปะทะ จึงทำให้มีราคาแพงมากและที่สำคัญภายในประเทศของเราก็กังยังไม่มี การสร้าง

และนำมาพัฒนาใช้อย่างจริงจังจึงต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศเข้ามาใช้โดยตลอด การจัดหามาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ด้านกัมมันตภาพรังสีจึงอยู่ในขอบเขตจำกัด

จะเห็นการสร้างหัววัดรังสีขึ้นใช้ภายในประเทศจึงเป็นงานที่ต้องรีบทำเสียก่อนทั้งนี้เพื่อผลประโยชน์ของชาติทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพราะเป็นการส่งเสริมการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยี และเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายงบประมาณการสั่งซื้อสินค้าต่างประเทศของรัฐบาลด้วย แม้จะเป็นจำนวนเงินเพียงเล็กน้อยก็ยังดีกว่าที่จะต้องสูญเสียเงินจำนวนนี้ให้กับต่างประเทศตลอดไป

สำหรับด้านการเรียนการสอนนั้นสภาพการขาดแคลนชุดเครื่องวัดรังสีก็เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เช่นกัน จากการศึกษาสภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนและการสอนวิชาฟิสิกส์ของ ชวลิต วัฒนวงศ์ (2516 : 106) พบว่า ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องอะตอมมิกและนิวเคลียร์ฟิสิกส์ ขาดแคลนอุปกรณ์การสอนเป็นอย่างมากไม่สามารถจัดหามาได้ ที่ขาดมากที่สุดก็คือ หัววัดรังสี (detector) และแหล่งกำเนิดรังสี (radioactive source) เพราะหาซื้อยากและราคาแพงมากแม้ในปัจจุบันนี้สภาพปัญหาดังกล่าวก็ยังคงอยู่ในความเป็นจริงที่ไม่แตกต่างจากเดิมเท่าไรนัก เพราะถึงแม้ว่าจะมีบางสถาบันการศึกษาที่สามารถจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวมาใช้ในการประกอบการเรียนการสอนก็นับได้ว่ามีน้อยมากส่วนมากก็จะเป็นสถาบันที่มีงบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์สูงพอที่จะซื้ออุปกรณ์เหล่านี้ได้และต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศทั้งสิ้น ส่วนสถาบันใดที่มีข้อจำกัดทางด้านงบประมาณก็ยังขาดแคลนอยู่เช่นเดิมจึงทำให้การเรียนการสอนขาดความสมบูรณ์ แต่ถึงอย่างไรครูก็ต้องสอนเพราะการสอนคือหัวใจสำคัญของอาชีพครูและในการสอนนี้เองครูจะต้องตัดสินใจว่าจะดำเนินการสอนอย่างไร (ประทีป สยามชัย, 2515 : 22) เพราะเหตุผลจากการขาดแคลนอุปกรณ์การสอนดังกล่าวนี้การสอนแบบสาธิตซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเป็นวิธีสอนที่ดีวิธีหนึ่งเพราะว่าสามารถใช้สอนได้ตั้งแต่เป็นรายบุคคล เป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียนก็ได้ อีกทั้งช่วยลดเวลาในการสอนลง นักเรียนเกิดความร่วมมือในการปฏิบัติงาน เกิดการสังเกต เข้าใจง่าย เด็กที่มีสติปัญญาไม่ค่อยดีก็จะเกิดภาพพจน์และเข้าใจความหมายได้ดียิ่งขึ้นซึ่งเหมาะกับนักเรียนทุกระดับ (Curry and Silvius, 1953 : 144 - 128) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องกัมมันตภาพรังสีแล้วสิ่งที่สำคัญที่จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษคือรังสีที่อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้เรียนได้เพราะในขณะที่ปฏิบัติการผู้เรียนจะได้รับรังสีและอาจเกิดอาการผิดปกติที่เป็น

ผลมาจากรังสี ดังนั้นการสอนแบบสาธิต โดยที่ครูผู้สอนคอยควบคุมอย่างใกล้ชิดเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในขณะที่ปฏิบัติการจึงน่าจะเป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับสถานการณ์ดังกล่าวอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะให้ผู้เรียนมีความปลอดภัยจากรังสีแล้วยังทำให้ผู้เรียนเกิดภาพพจน์ที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้นด้วย เกิดมโนคติที่ถูกต้อง มีความสนใจกับการเรียนซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวนี้ก็น่าจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้คิดสร้างหัววัดรังสีเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น หากว่างานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จตามจุดมุ่งหมายก็จะเป็นการช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในระดับหนึ่งเพราะว่าหัววัดรังสีที่สร้างขึ้นนี้สามารถที่จะนำไปใช้ได้ทั้งในกิจกรรมที่เกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีโดยตรงและนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนได้ด้วย โดยเฉพาะในส่วนของการนำไปใช้ประกอบการสอนนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้หัววัดรังสีประกอบการสอนตลอดทั้งเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นี้ด้วย

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์ - มุลเลอร์ ซึ่งใช้วัดสุกษาได้ภายในประเทศโดยทดลองหาอัตราส่วนผสมของ ไอออนไนซิง (Ionizing gas) และควีนชิ่งแก๊ส (Quenching gas) รวมถึงความดันของแก๊สภายในหัววัดที่ทำให้หัววัดรังสีทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยายและการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยายและการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้หัววัดรังสีซึ่งสามารถนำไปใช้งานในการสำรวจตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี ตลอดถึงการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกัมมันตภาพรังสี
2. ทำให้ได้ทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ เจตคติต่อการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
3. เป็นแนวทางในการวางแผนฐานทางเทคโนโลยีสำหรับการสร้างหัววัดรังสีแก่นักวิจัย และนักเทคโนโลยีภายในประเทศ ด้านการออกแบบและสร้างชุดเครื่องมือวัดรังสีขึ้นใช้ได้ด้วยตนเอง

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ขอบเขตของการสร้างหัววัดรังสี

1.1 สร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์ - มุลเลอร์ ที่ทำด้วยหลอดแก้วซึ่งบรรจุแก๊สที่มีความดัน 40 ถึง 200 มิลลิเมตรของปรอท โดยเป็นแก๊สผสมระหว่างไอออนไนซิ่งแก๊ส ซึ่งใช้แก๊สอาร์กอน (Argon) และเค้นซึ่งแก๊ส ใช้แก๊สมีเทน (Methane) ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันดังนี้

ไอออนไนซิ่ง แก๊ส	เค้นซึ่ง แก๊ส
95 %	5 %
85 %	15 %
75 %	25 %

1.2 ศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีที่สร้างขึ้น ณ ห้องปฏิบัติการโรงฝึกงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2. ขอบเขตของการนำหัตถ์รังสีไปใช้ในการประกอบการสอน

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา

ชันปีที่ 3 วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ - ชีวภาพ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 13 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา

ชันปีที่ 3 วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ - ชีวภาพ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 13 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) กลุ่มทดลอง 7 คน กลุ่มควบคุม 6 คน สุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการจับฉลาก

- กลุ่มทดลองสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย
- กลุ่มควบคุมสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.3 ตัวแปรที่จะศึกษาค้นคว้า

2.3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่การสอน 2 แบบ คือ

- การสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย
- การสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้างนี้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที

2.5 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้างนี้ใช้เนื้อหาในวิชา วท. 331 ฟิสิกส์ 1 เรื่องกัมมันตภาพรังสี

ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ - ชีวภาพ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ข้อตกลงเบื้องต้น

ประกาศร หมายถึง นิสิตการฝึกหัดครู ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สำหรับการวิจัยในครั้งนี้
นี้เป็นนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ - ชีวภาพ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หัววัดรังสีแบบไกเกอร์ - มุลเลอร์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด
กัมมันตภาพรังสีที่ปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ในการวิจัยครั้งนี้หมายถึง
หัววัดรังสีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่โรงฝึกงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
และเลือกเอาหัววัดรังสีที่มีประสิทธิภาพในการทำงานดีไปใช้ประกอบการสอน
2. การสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย หมายถึง การสอนที่ครูเป็นผู้อธิบายและ
บรรยายเนื้อหา มีการสาธิตการตรวจวัดรังสีโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดรังสี (หัววัดรังสี) ประกอบ
การสอน มีขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน
 - 2.1 การนำเข้าสู่บทเรียน ครูใช้การสนทนาปัญหาและทบทวนบทเรียนกับผู้เรียน
 - 2.2 การอธิบายเนื้อหาและการสาธิตการใช้เครื่องมือตรวจวัดรังสีประกอบการ
สอน ครูเป็นผู้อธิบาย บรรยายเนื้อหาและทำการสาธิตการตรวจวัดรังสีโดยใช้หัววัดรังสีที่สร้างขึ้น
นักเรียนรู้เป็นผู้สังเกตการสาธิต
 - 2.3 การสรุป ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปบทเรียนโดยการซักถามปัญหาและการ
อภิปราย
3. การสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย หมายถึง การสอนที่ ครูเป็นผู้อธิบาย
เนื้อหาและใช้ภาพแสดงการตรวจวัดรังสีแทนการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดรังสีจริง ๆ
ประกอบการสอน มีขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอนคือ

3.1 การนำเข้าสู่บทเรียน ครูใช้การสนทนา ชักถามปัญหาและทบทวนบทเรียนกับผู้เรียน

3.2 การอธิบายเนื้อหาและการใช้ภาพประกอบการสอน ครูเป็นผู้อธิบายบรรยายเนื้อหาที่สอนและใช้ภาพแสดงการใช้เครื่องมือตรวจวัดรังสีในการตรวจวัดแผนการใช้เครื่องมือตรวจวัดจริง ๆ ประกอบการสอน

3.3 การสรุป ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปบทเรียน โดยการชักถามปัญหาและการอภิปราย

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

4.1 ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกจดจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนคติ สมมติฐาน กฎ หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และแปลความหมายจากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

4.3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

4.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการควบคุมตัวแปร

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์วัดได้จากคะแนนที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น และความพร้อมที่จะสนองตอบของผู้เรียนที่มีต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับวิธีดำเนินการสอน สื่อการสอนและประโยชน์ที่ได้รับจากการสอน ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ผู้เรียนตอบแบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

หลักพื้นฐานของการวัดรังสี

จากการศึกษาคณสมบัติของอนุภาคแอลฟา (alpha) เบตา (beta) และรังสีแกมมา (gamma) ปรากฏว่ากัมมันตภาพรังสีดังกล่าวนี้ มีคุณสมบัติทำให้อะตอมของแก๊สเกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้ ซึ่งหลักการดังกล่าวนี้เป็นพื้นฐานในการนำสร้างหัววัดรังสีชนิดที่บรรจุด้วยแก๊ส ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การแตกตัวเป็นไอออนของแก๊ส (Gas Ionization)

เมื่ออนุภาคหรือรังสีวิ่งชนอะตอมของเป้า (แก๊ส) ใด ๆ จะทำให้อะตอมของแก๊สซึ่งเป็นกลางเกิดการแตกตัวอยู่ในรูปของคู่อิออนตลอดทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือรังสีนั้น ปริมาณการแตกตัวของโมเลกุลของแก๊สที่เป็นกลางจะมีจำนวนเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับขนาด พลังงานและประจุของอนุภาคหรือรังสีที่มากกระทบกับขนาดและประจุของอะตอมแก๊สนั้น ๆ

ในปริมาณที่ถูกกำหนดให้แน่นอนของแก๊ส ปริมาณของการแตกตัวเป็นไอออนที่จะเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการเดินทางผ่านของอนุภาคแอลฟา อนุภาคเบตา หรือรังสีแกมมา ที่มีพลังงานเดียวกันจะแตกต่างกัน อนุภาคแอลฟาจะทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนสูง (ประมาณ 10^4 ถึง 10^5 คู่อิออน ต่อ เซนติเมตร) ในขณะที่อนุภาคเบตาจะทำให้เกิดการแตกตัวน้อยลงมา (ประมาณ 10^2 ถึง 10^3 คู่อิออน ต่อ เซนติเมตร) และรังสีแกมมาจะทำให้เกิดการแตกตัวน้อยที่สุด (ประมาณ 1 ถึง 10 คู่อิออน ต่อ เซนติเมตร) จะเห็นได้ว่าอนุภาคแอลฟาทำให้เกิดการแตกตัวมากที่สุด ในกรณีของการนำมาใช้ในการสร้างหัววัดรังสี เมื่อแก๊สที่บรรจุภายในหัววัดถูกชนด้วยกัมมันตภาพรังสีจะทำให้เกิดคู่อิออนและคู่อิออนที่ถูกผลิตออกมาจำนวนมากนี้จะถูกแยกออกจากกันเมื่อใส่ความต่างศักย์ไฟฟ้าเข้าไประหว่างขั้วอิเล็กโตรดทั้งสองที่บรรจุไอออนของแก๊สไว้ โมเลกุล

ที่มีประจุบวกจะวิ่งไปยังขั้วแคโทด (cathode) และอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบก็จะวิ่งไปยังขั้วแอโนด (anode) ด้วยปฏิกิริยาดังกล่าวนี้อาจทำให้เกิดพัลส์ที่สามารถวัดด้วยเครื่องมือได้ อาจจะเป็นการวัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละเหตุการณ์ หรือวัดกระแสไฟฟ้าที่ผสมผสานกันจากเหตุการณ์ทั้งหมดก็ได้

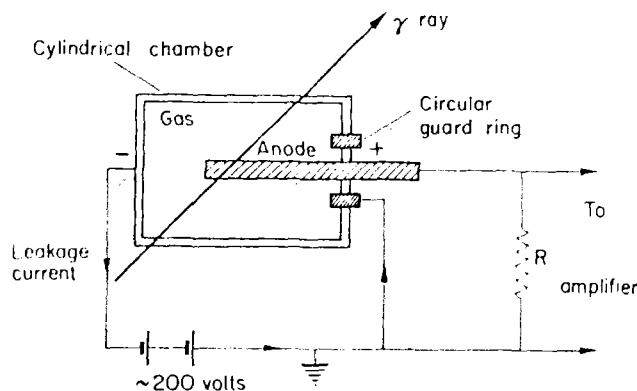
เครื่องวัดรังสี (Counter)

ส่วนประกอบ โดยทั่วไปแล้วเครื่องวัดรังสีประกอบด้วยหน่วยหลัก 2 หน่วยคือ

1. หัววัดหรือตัวตรวจหา (detector) เป็นส่วนที่เกิดปฏิกิริยาของรังสีกับระบบภายในหัววัด แล้วส่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าออกมาเรียกว่า พัลส์ (pulse)
2. วงจรอิเล็กทรอนิกส์ (electronic circuit) เป็นส่วนที่อยู่ภายนอกหัววัด ทำหน้าที่รับและแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ได้รับจากหัววัดแล้วแสดงออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ตามที่ต้องการ วงจรเหล่านี้ได้แก่ วงจรจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง (high voltage supply) วงจรขยายสัญญาณ (amplifier) วงจรตั้งเวลา (timer) วงจรนับ (counter) เป็นต้น

ประเภทของเครื่องวัดรังสี

1. หัววัดรังสีชนิดบรรจุด้วยแก๊ส (Gas - filled detector) เป็นหัววัดรังสีที่เก่าแก่และใช้ประโยชน์ในการวัดรังสีมากที่สุด จนกระทั่งในปัจจุบันได้แก่ แบบไอออนไนเซชันแชมเบอร์ (ionization chamber) พรอปอร์ชันแนลเคา์เตอร์ (proportional counter) และไกเกอร์มูลเลอร์ทิวบ์ (Geiger-Muller tubes) หัววัดทั้งสามชนิดนี้ใช้แก๊สบรรจุ ซึ่งลักษณะโดยทั่วไปอธิบายได้ดังภาพ 1

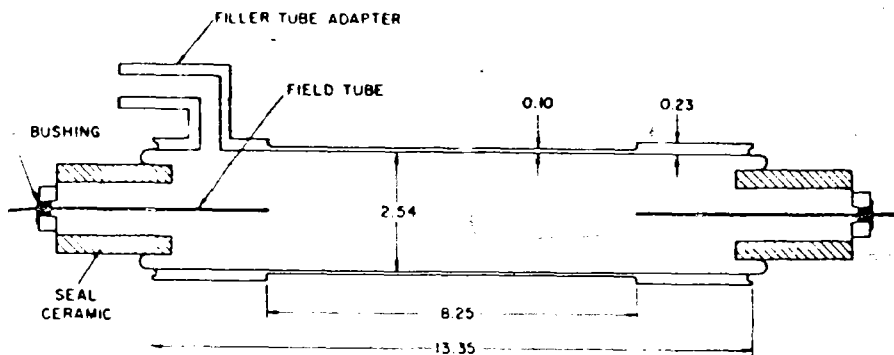


ภาพประกอบ 2 แสดงการทำงานของหัววัดรังสีแบบไอออนไนเซชัน-แฮมเบอร์

เมื่อนิวเคลียสผ่านเข้าไปในหัววัดรังสี ความเข้มของการแตกตัวเป็นไอออนจะเกิดขึ้นตามทางเดินของมันเนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้าอันอิเล็กโตรดทั้งสองข้างแตกต่างกัน ไอออนเหล่านี้จะเคลื่อนที่ไปยังอิเล็กโตรดแต่ละข้างอย่างรวดเร็ว อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าไปยังแอโนด ไอออนบวกจะเคลื่อนที่ไปยังแคโทดด้วยความเร็วที่ช้ากว่าประมาณ 100 เท่า พัลส์ที่ได้จากอนุภาคเบตาจะเล็กกว่าอนุภาคแอลฟาเป็นร้อยหรือพันเท่า สำหรับรังสีแกมมาจะทำให้การแตกตัวเป็นไอออนอันดับสองและมีการแตกตัวเป็นไอออนจำเพาะต่ำมาก ทำให้เกิดพัลส์ในไอออนแฮมเบอร์ก่อนหน้านี้ผ่านออกไป ดังนั้นการที่จะวัดพัลส์ที่มีขนาดเล็ก ๆ เหล่านี้ให้เที่ยงตรงแน่นอนนั้นจะต้องประกอบด้วยหลักเกณฑ์ที่ซับซ้อน ซึ่งไอออนไนเซชันอย่างง่ายไม่สามารถทำได้

1.2 หัววัดรังสีแบบปรอปปอร์ชันแนล (Proportional Detector)

หัววัดรังสีแบบนี้มีรูปร่างต่าง ๆ กันหลายแบบส่วนใหญ่จะมีรูปร่างทรงกระบอกหรือเป็นชนิดที่ปลายด้านหนึ่งเปิดเป็นหน้าต่างมีวัดอยู่บาง ๆ กันเพื่อไม่ให้แก๊สฟุ้งกระจายออกมาชนิดนี้เรียกว่า เอ็น-วินโดว์ (end-window) หรืออาจมีรูปร่างเป็นครึ่งวงกลมปลายหนึ่งเป็นหน้าต่างหรืออาจจะเป็นชนิดไม่มีหน้าต่างเลยแต่ละชนิดมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ แอโนดจะเป็นเส้นลวดที่เล็กมากเพื่อให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าในทันทีทันใดรอบ ๆ แอโนดทำให้กำลังขยายของแก๊สสูงสุด ชนิดที่มีรูปร่างทรงกระบอกแอโนดจะเป็นเส้นตรง ชนิดที่มีรูปร่างเป็นครึ่งวงกลมแอโนดจะขดเป็นห่วงเพื่อให้การทำงานดีขึ้น



ภาพประกอบ 3 แสดงภาพตัดของหัววัดรังสีแบบปรอทฟลูออเรสเซนต์ที่ออกแบบไว้กับการวัด fast neutron

1.3 หัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ (Geiger-Muller detector)

หัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์นี้เป็นหัววัดชนิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและเรียกย่อ ๆ ว่าหัววัด จี-เอ็ม (G-M detector) สามารถใช้วัดอนุภาคนิวเคลียร์ชนิดต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดก๊าซซึ่งบรรจุอยู่ในหลอดแตกตัวเป็นไอออนได้ทุกชนิดโดยไม่คำนึงถึงว่าจะให้ปริมาณของไอออนมากน้อยเพียงใด หัววัดจี-เอ็ม ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในการวัดอนุภาคแอลฟา อนุภาคเบตา รังสีแกมมา และรังสีเอกซ์ เพราะรังสีดังกล่าวนี้มีไอออนในเซชันอันดับแรก ดังนั้นจึงไม่สามารถวัดพลังงานของอนุภาคหรือแยกชนิดของรังสีโดยใช้ความไวของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ เนื่องจากหัววัดจี-เอ็ม ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายจึงได้มีการสร้างขึ้นใช้กันในหลายลักษณะที่แตกต่างกันเช่น แบบ Endwindow แบบ Liquid flow แบบ Needle probe ฯลฯ

2. หัววัดรังสีแบบซินติลเลชัน (Scintillation Detector)

หัววัดรังสีชนิดนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เปล่งแสง (Scintillator) กับหลอดโฟโตมัลติพลีเออร์ (Photomultiplier tube) เมื่ออนุภาคที่ก่อให้เกิดไอออนในเซชันผ่านเข้าไปในวัตถุจะทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนและทำให้อยู่ในสภาวะที่ถูกกระตุ้น (Excited state) เมื่อไอออนเหล่านี้กลับสู่สภาวะปกติจะเปล่งแสงและประกายวาวออกมา ซึ่งแสงที่เปล่งออกมานี้จะถูกจับโดยหลอดโฟโตมัลติพลีเออร์แล้วจะทำการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าออกมาเป็นจังหวะเรียกว่า พัลส์ หัววัดรังสีแบบซินติลเลชันนี้สามารถจะนำไปใช้กับ

งานหลาย ๆ ชนิดได้และพบว่าสามารถใช้วัดอนุภาคนิวเคลียร์ได้ทุกชนิด

3. หัววัดรังสีแบบใช้สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Radiation Detector)

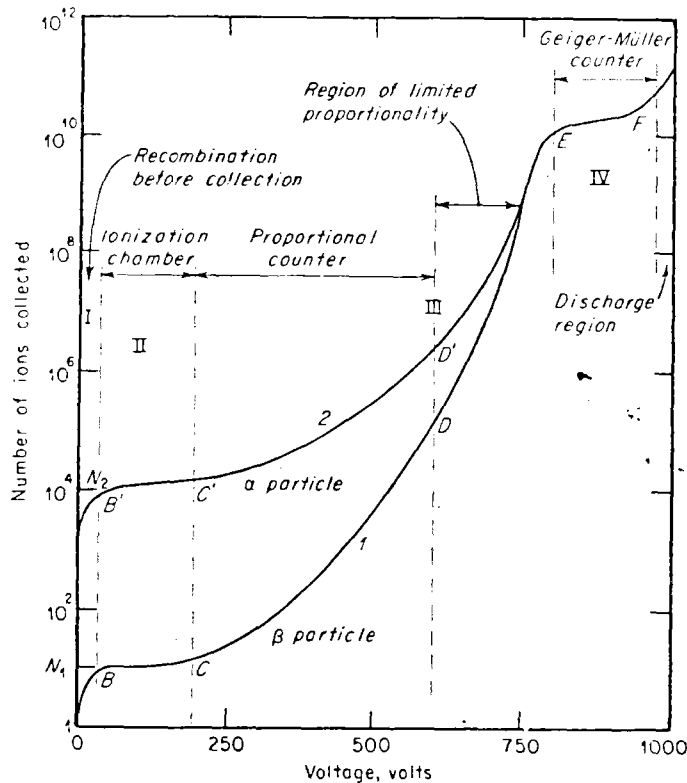
หัววัดรังสีแบบนี้สนามไฟฟ้าจะผ่านตัวกลางสารกึ่งตัวนำที่มีสภาพการนำไฟฟ้าต่ำ เมื่อประจุวิ่งผ่านสารตัวกลางจะทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอนโฮล (electron-hole) ขึ้นในตัวกลางนั้น ประจุจะถูกแบ่งแยกด้วยสนามไฟฟ้าและถูกรวบรวมที่อิเล็กโทรด เกิดเป็นสัญญาณซึ่งจะถูกขยายให้ใหญ่ขึ้นแล้วถูกบันทึกหรือแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับอนุภาคที่กำลังวัด ในขณะนั้น

4. หัววัดรังสีแบบอื่น ๆ

นอกจากนี้ยังมีหัววัดรังสีชนิดอื่น ๆ ที่ใช้งานในลักษณะเฉพาะแล้วแต่ว่างานนั้นมีลักษณะอย่างไรให้ตามลักษณะของปัญหา เช่น หัววัดรังสีแบบเคลาด์แชมเบอร์ (cloud chamber) นิวเคลียร์แทรค เพลต (nuclear track plate) สปาร์คแชมเบอร์ (spark chamber) เซเรนคอฟเคาน์เตอร์ (cerenkov counter) เป็นต้น

หลักการของหัววัดรังสีแบบบรรจุแก๊ส (gas-filled counter)

ในการสร้างหัววัดรังสีแบบบรรจุแก๊สทุกชนิดให้หลักการไอออนไนเซชันของแก๊สเป็นหลักการเบื้องต้น กล่าวคือ เมื่ออนุภาคหรือรังสีเคลื่อนที่เข้าไปชนกับเป้าใด ๆ (แก๊ส) จะทำให้อะตอมหรือโมเลกุลของสสารที่เป็นเป้าซึ่งเป็นกลาง เกิดการแตกตัวอยู่ในรูปของไอออนคู่ตลอดทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคนั้นเมื่อใส่ความต่างศักย์ไฟฟ้าเข้าไปจะทำให้คู่อิออนเคลื่อนที่ไปยังขั้วอิเล็กโทรดที่ตรงข้ามกับตัวมันเอง ปรากฏการณ์เช่นนี้เป็นการไอออนไนเซชันแบบลักษณะของการขยายแก๊ส (The Nature of Gas Amplification) ซึ่งใช้ในเครื่องไอออนไนเซชันแบบแชมเบอร์แบบง่าย ๆ ณ จุดที่ศักย์ไฟฟ้ามีกระแสอิ่มตัวนั้น ถ้ามีการจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าในแชมเบอร์เกินจำนวนที่ต้องการในการทำให้เกิดกระแสอิ่มตัว ไอออนลบ (อิเล็กตรอน) ส่วนใหญ่ซึ่งเป็นอิเล็กตรอนอันดับสองจะเคลื่อนที่ไปยังแอโนดอย่างรวดเร็วทำให้ไอออนไนเซชันเพิ่มสูงขึ้นจากเดิมและเมื่อจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าจนถึงจุด ๆ หนึ่งแชมเบอร์จะให้ดิสชาร์จ (discharge) อย่างต่อเนื่องและไม่สามารถใช้เป็นหัววัดต่อไปได้อีกดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไอออนที่นับได้กับความต่างศักย์ไฟฟ้าในไอออนไนเซชัน แทมเบอร์

จากกราฟแสดงว่ามีความต่างศักย์ไฟฟ้าอยู่ 3 ช่วงระหว่างจุดที่เป็นกระแสสัมพันธ์กับการดิสชาร์จต่อเนื่อง คือย่านปรอปปอเรชันแนล (proportional region) ย่านจำกัดของปรอปปอเรชันแนล (limited proportional region) และย่านไกเกอร์-มุลเลอร์ (Geiger-Muller region)

ย่านปรอปปอเรชันแนล (proportional region)

การวัดปริมาณรังสีโดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าในย่านนี้ ประจุที่ถูกเก็บรวบรวมจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของการเกิดไอออนไนเซชันของแก๊ส หัววัดรังสีที่ทำงานในย่านนี้จะให้ผลลัพธ์ที่เกิดจากไอออนออกมา มากกว่าผลลัพธ์ที่เกิดจากไอออนที่ทำให้เกิดไอออนไนเซชันดั้งเดิม แต่จำนวนผลลัพธ์ที่ส่งออกมาจะมากกว่าที่เกิดจริง ๆ จากไอออนที่เกิดขึ้นครั้งแรกอย่างเป็นสัดส่วนกัน ดังนั้นใน

กรณีของ ไอออนไนเซชันแบบเบอร์อย่างง่ายจึงสามารถแยกความแตกต่างระหว่างอนุภาคแอลฟาและอนุภาคเบตาได้โดยดูจากพัลส์

ย่านปรอปปอเรชันเนลที่มีขีดจำกัด (limited proportional region)

การทำงานของเครื่องมือในย่านนี้ก็เหมือนกับย่านปรอปปอเรชันเนล แต่ขีดความสามารถของการขยายตัวของแก๊สมีขอบเขตจำกัดซึ่งถูกกำหนดโดยขนาด 챔เบอร์ของหัววัดรังสี (detector chamber) รูปแบบของอิเล็กโตรดที่เก็บประจุและจำนวนอะตอมของแก๊สที่เกิดขึ้น ไอออนไนเซชันจะแผ่กระจายไปทั่ว 챔เบอร์ อิเล็กตรอนจะถูกรวบรวมตามยาวของลวดแอโนด ณ ที่จุดความต่างศักย์ไฟฟ้าอยู่เหนือข้อกำหนดดังกล่าวนี้มันกว้างไม่เพียงพอให้คู่อิออนไนเซชันแบบเบอร์เข้าอยู่ประจำที่ได้ ผลก็คือทำให้เกิด ไอออนไนเซชันสูงขึ้น

ย่านไกเกอร์-มุลเลอร์ (Geiger-Muller region)

เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงขึ้นกำลังขยายอาจจะถึง 10^8 จะนับมันแต่อนุภาคเบตาที่มีพลังงานต่ำ ๆ หรือรังสีแกมมาก็สามารถทำให้เกิดคู่อิออนมากพอที่จะทำให้เกิดพัลส์ได้ และขนาดของประจุที่ถูกเก็บรวบรวมบนแอโนดก็จะไม่ขึ้นอยู่กับไอออนที่ถูกผลิตออกมาอันดับแรกทำให้ไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นอนุภาคหรือรังสีชนิดใด ไอออนไนเซชันแบบเบอร์ที่ทำงานด้วยความต่างศักย์ไฟฟ้าช่วงนี้เรียกว่า หัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ เนื่องจากมันมีการขยายตัวสูงสุดในช่วงนี้ขนาดของพัลส์ที่ออกมาจึงเหมือนกันโดยตลอดช่วงของความต่างศักย์ไฟฟ้านี้จนกระทั่งถึงช่วงที่ทำให้เกิดการดิสชาร์จอย่างต่อเนื่อง

หัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ (Geiger-Muller Detector) หรือหัววัด จี-เอ็ม

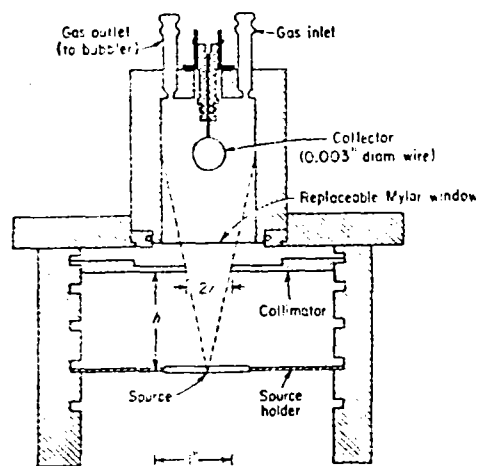
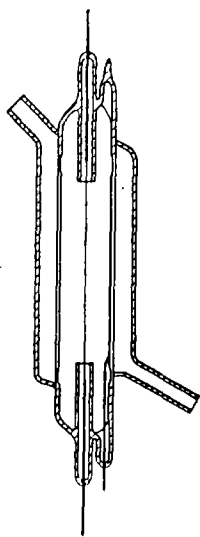
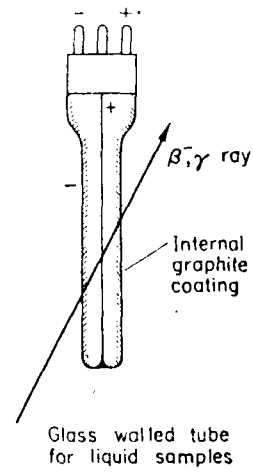
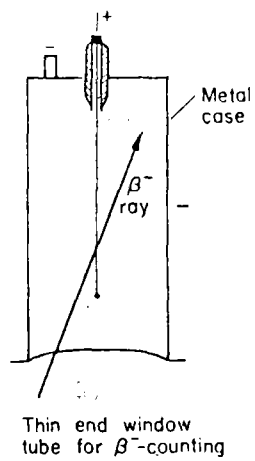
หัววัดรังสีแบบนี้ถูกสร้างและนำมาใช้เป็นครั้งแรกโดย รัทเธอร์ฟอร์ด (Rutherford) และไกเกอร์ (Geiger) ในปี ค.ศ. 1908 ซึ่งในครั้งนั้นสามารถใช้วัดอนุภาคแอลฟาจากเรเดียมได้ ต่อมาในปี ค.ศ. 1913 ไกเกอร์ ได้พัฒนาเครื่องวัดแบบนี้ให้สามารถจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าได้สูงขึ้นและทำงานได้ดีขึ้น ปี ค.ศ. 1924 นักฟิสิกส์ชาวสวิสชื่อ กรีนเนเชอร์ (H. Grenacher) พบว่า หลอดสุญญากาศสามารถใช้ขยายสัญญาณซึ่งได้มาจากการแตกตัวเป็นไอออนของแก๊สในหัววัดได้ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1928 ไกเกอร์ได้ร่วมกับมุลเลอร์ (Erwin Wilhelm Muller) ชาวเยอรมัน

ได้ร่วมกันพัฒนาหัววัดรังสีแบบนี้ขึ้น โดยนำวงจรหลอดสุญญากาศ เข้ามาช่วยในการขยายสัญญาณ ทำให้หัววัดรังสีมีความไวสูงขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้เป็นอย่างดีและใช้กันแพร่หลายมาจนถึงปัจจุบัน

ลักษณะของหัววัดรังสีแบบจี-เอ็ม

โดยทั่วไปแล้วหัววัดรังสีแบบ จี-เอ็ม นี้จะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกซึ่งทำจากโลหะที่ทำหน้าที่เป็นแคโทด มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-1.5 นิ้ว ความยาว 4-8 นิ้ว มีเส้นลวดเล็ก ๆ บรรจุอยู่ภายในหลอด เส้นลวดนี้จะมีฉนวนกันไว้จากตัวกระบอก อาจจะยื่นห้อยแขวนจากปลายด้านใดด้านหนึ่งของหลอดหรือทั้งสองปลายก็ได้ เส้นลวดนี้ทำหน้าที่เป็นแอโนดเก็บรวบรวมประจุ ในบางครั้งแคโทดอาจทำจากแก้วก็ได้แต่ต้องฉาบผิวภายในหลอดแก้วด้วยโลหะ

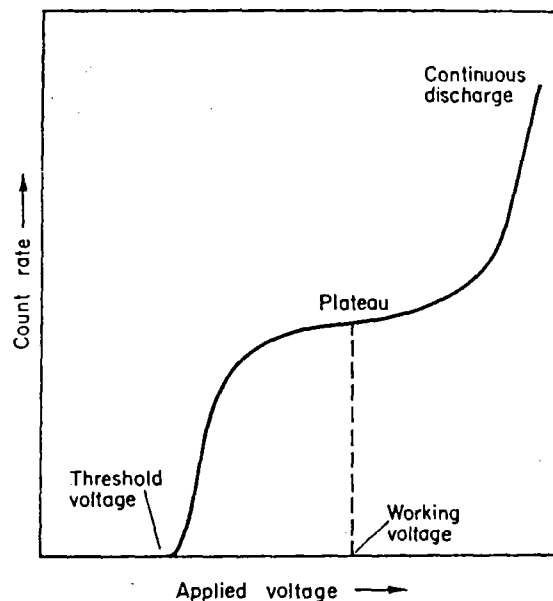
ภายในหัววัดรังสีนอกจากจะมีเส้นลวดขนาดเล็กบรรจุอยู่แล้วยังมีแก๊สผสมบรรจุอยู่ด้วยความดันภายในหัววัดต่ำกว่าความดันปกติเล็กน้อย แก๊สที่ใช้ได้แก่แก๊สเฉื่อย เช่น อาร์กอน ฮีเลียม หรือนีออน แก๊สเหล่านี้เรียกว่า ไอออนไนเซชันแก๊ส และมีแก๊สกลุ่มฮาโลเจน หรือสารอินทรีย์ เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ ที่อยู่ในรูปของแก๊สผสมอยู่เล็กน้อยทำหน้าที่เป็นตัวยับยั้งการเกิดไอออนไนเซชันอย่างต่อเนื่อง แก๊สกลุ่มนี้เรียกว่า ควีนซิ่งแก๊ส หัววัดรังสีแบบ จี-เอ็ม นี้มีหลายชนิดและหลายรูปแบบ ดังภาพประกอบ 5



flow-type detector.

ลักษณะการทำงานของหัววัดรังสีแบบ จี-เอ็ม

หัววัดรังสีแบบ จี-เอ็ม จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์บางชนิด เช่น เรตมิเตอร์ (rate-meter) หรือสเกลเลอร์ เพื่อบันทึกพัลส์ที่ออกมา นอกจากนั้นจะต้องมีวงจรจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงให้กับหัววัดรังสี ซึ่งลักษณะของการทำงานนี้สามารถอธิบายได้ดังภาพประกอบ 6



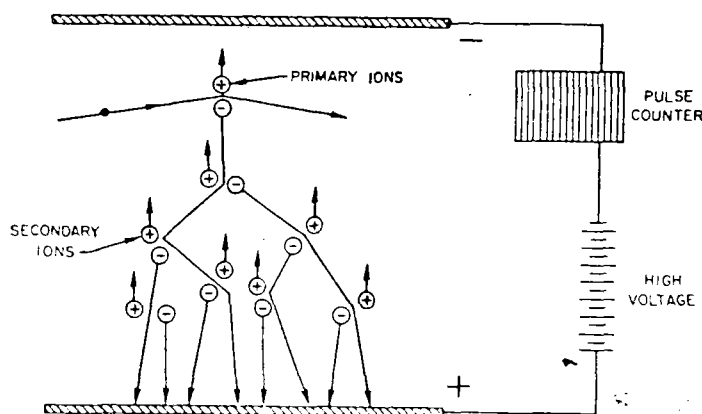
ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงลักษณะจำเพาะในการทำงานของหัววัดรังสีแบบ จี-เอ็ม

จากกราฟจะเห็นว่าในช่วงแรกเส้นกราฟจะสูงขึ้น แสดงว่าอัตราการนับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งเกิดจากกัมมันตรังสีที่มีพลังงานสูงผ่านเข้าไปในหัววัดทำให้เกิดการไอออนไนซ์ขึ้น ความต่างศักย์ไฟฟ้าช่วงนี้เรียกว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้น (Threshold Potential) จากนั้นการเพิ่มของอัตราการนับเริ่มคงที่ กราฟเริ่มออกคล้ายหัวเข้าเป็นช่วงค่อนข้างยาว เรียกว่า โด้งพลาโต (Plateau curve) แสดงให้เห็นว่าอัตราการนับในช่วงนี้เกือบจะคงที่แม้ว่าจะมีการเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นไปอีกก็ตาม ที่ราบนี้将有ความชัน 1 หรือ 2 % ต่อ 100 โวลต์ และมีความยาวประมาณ 300 โวลต์ ทั้งนี้ความยาวและความชันของโด้งพลาโตดังกล่าวขึ้นอยู่กับชนิดของ

เครื่องมือและแก๊สที่บรรจุ เมื่อหัววัดทำงานอยู่ในช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าของโด่งพลาโต ไอออนไนเซชันที่เกิดขึ้นในหลอดจะทำให้เกิดพัลส์ได้ ถ้าเพิ่มไปเรื่อย ๆ จะถึงจุดหนึ่งที่อัตราการนับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นครั้งที่สอง กราฟจะมีความชันสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่ง แสดงให้เห็นว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า ที่จ่ายให้อิเล็กโตรดของหัววัดรังสีสูงมากเกินไปจนทำให้เกิดการดิซชาร์จด้วยตนเองขึ้นภายในหลอดแม้จะไม่มีรังสีผ่านเข้าไป ในหัววัดรังสีที่ใช้แก๊สฮาโลเจนเป็นตัวขั้วขั้วยังมีความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นประมาณ 700 โวลต์ แต่ถ้าเป็นพวกสารอินทรีย์จะเริ่มนับที่ประมาณ 1200 โวลต์

การระงับการแตกตัวเป็นไอออนไม่หยุด (Quenching)

ปัญหาที่สำคัญของการใช้หัววัดรังสีที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าในย่านไกเกอร์-มูลเลอร์คือ การเกิดไอออนไนเซชันในแซนเบอร์ชนิดต่อเนื่องไม่หยุด อันเป็นผลมาจากการเกิดปรากฏการณ์เทาน์เซนต์อะเวอลานซ์ (Townsend Avalanche) ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แสดงปรากฏการณ์เทาน์เซนต์อะเวอลานซ์

ทำให้เกิดไอออนไนเซชันขึ้นโดยการเกิดอิเล็กตรอนที่ไม่เสถียรอันดับสอง ดังนั้นไอออนจำนวนมากก็จะเกิดขึ้นทำให้เกิด ไอออนไนเซชันต่อเนื่องในแชนเบอ์ เป็นผลให้อนุภาคที่เข้ามาไม่ถูกยับด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีความจำเป็นที่จะต้องยับยั้งหรือระงับการ ไอออนไนเซชันต่อเนื่องในหัววัดรังสีเพื่อให้เครื่องสามารถนับรังสีได้ถูกต้องมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ตามความสามารถของมัน กระบวนการในการระงับนี้ที่ใช้กันโดยทั่วไปมี 2 วิธีคือ

1. การระงับโดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์

การระงับแบบนี้กระทำได้โดยการลดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหัววัดรังสีเป็นจังหวะ โดยการต่อวงจรเข้ากับตัวความต้านทานที่มีค่าสูง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าคร่อมตัวความต้านทานจะส่งผลให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วอิเล็กโตรดและกระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเป็นศูนย์ การเกิดไอออนไนเซชันก็จะสิ้นสุด

2. การระงับด้วยตนเอง (Self quenching) หรือแบบใช้แก๊ส

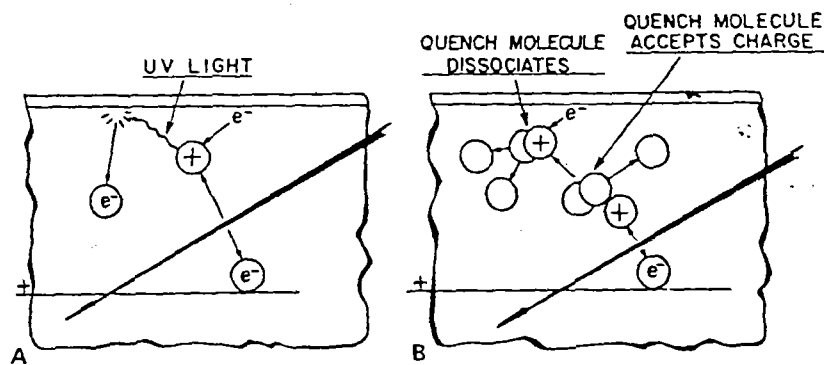
แก๊สที่นิยมใช้ในการระงับกันมาก มี 2 ชนิดคือ

2.1 แก๊สที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ไม่เลกุลหนึ่งประกอบด้วยอะตอมหลาย ๆ

อะตอม เช่น เอธิลแอลกอฮอล์

2.2 แก๊สในหมู่ฮาโลเจน ในตารางธาตุ

กลไกของการยับยั้งแบบใช้แก๊สนี้คือ ขณะที่ไอออนบวกของ ไอออนไนเซชันแก๊สเคลื่อนที่ไปยังแคโทดก็จะชนกับโมเลกุลของควีนซึ่งแก๊สแต่โมเลกุลของควีนซึ่งแก๊สที่ใส่เข้าไปนี้เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวยับยั้งมีความสามารถในการเกิดไอออนไนเซชันได้ต่ำกว่าไอออนไนเซชันแก๊ส ซึ่งจะทำให้ไอออนบวกของ ไอออนไนเซชันแก๊สจะถูกดิสชาร์จให้เป็นกลางในขณะที่โมเลกุลของควีนซึ่งแก๊สเมื่อถูก ไอออนไนเซชันแล้วก็จะเคลื่อนที่ไปยังแคโทดเพื่อดึงเอาอิเล็กตรอนมารวมกับตัวของมันเพื่อให้เป็นกลาง ในขณะเดียวกันก็จะเกิดการแตกตัวทางเคมีเป็นปฏิกิริยาที่ไม่ย้อนกลับกลายเป็นโมเลกุลที่มีคุณสมบัติลดลงกว่าเดิมซึ่งแสดงว่าโมเลกุลที่ทำหน้าที่ในการยับยั้งถูกทำลายไปหลังการดิสชาร์จแต่ละครั้ง ดังนั้นจึงทำให้หัววัดแบบจี-เอ็ม มีอายุในการใช้งานจำกัด



ภาพประกอบ 8 แสดงการระงับด้วยแก๊ส

ความเข้มสนามไฟฟ้า

ความเข้มสนามไฟฟ้าระหว่างโลหะรูปทรงกระบอกกลวงกับลวดโลหะซึ่งอยู่ ณ ตำแหน่งที่เป็นแกนกลางของทรงกระบอก จะเป็น

$$E = \frac{V}{r \ln r_2/r_1}$$

เมื่อ V คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างโลหะทั้งสอง

r คือ ระยะทางจากศูนย์กลางของท่อไปยังแกนกลางของทรงกระบอก

r_1 คือ รัศมีของลวดโลหะซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้าบวก

r_2 คือ รัศมีของกระบอกกลวงซึ่งเป็นขั้วไฟฟาลบ

สัมประสิทธิ์ของการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization Coefficient)

ถ้ามีแก๊สจำนวนหนึ่ง ปริมาตร V มีจำนวนโมเลกุลเป็น N ความหนาแน่นของโมเลกุลคิดเป็น C

$$C = \frac{N}{V}$$

ให้แก๊สชนิดนี้มีโมเลกุลที่เกิดเป็นไอออน คิดเป็นจำนวน N_{ion} โมเลกุลต่อหน่วยเวลา ดังนั้นจะมีอัตราการเกิดไอออนบวก N_{ion} ต่อหน่วยเวลา และจะมีอัตราการเกิดไอออนลบ N_{ion} ต่อหน่วยเวลาเช่นกัน (ซึ่งต่างก็มีความหนาแน่นเท่ากันเป็น C_{ion})

$$C_{ion} = \frac{N_{ion}}{V}$$

ดังนั้น C_{ion} จึงเป็นอัตราการเกิดของคู่ไอออน (ion pairs) ต่อหน่วยปริมาตรของแก๊ส

อัตราส่วนระหว่างจำนวนไอออนชนิดเดียวกันต่อจำนวนโมเลกุลทั้งหมด เรียกว่า สัมประสิทธิ์ของการแตกตัวเป็นไอออน (ใช้สัญลักษณ์ α)

$$\text{นั่นคือ} \quad \alpha = \frac{N_{ion}}{N} = \frac{C_{ion}}{C}$$

ความเร็วของอิเล็กตรอน และไอออนบวกในแก๊ส

ความเร็วไอออนบวกในแก๊สหาได้จาก

$$V = \frac{E}{P}$$

เมื่อ V คือ ค่าความสามารถในการเคลื่อนที่ (mobility) ของไอออน

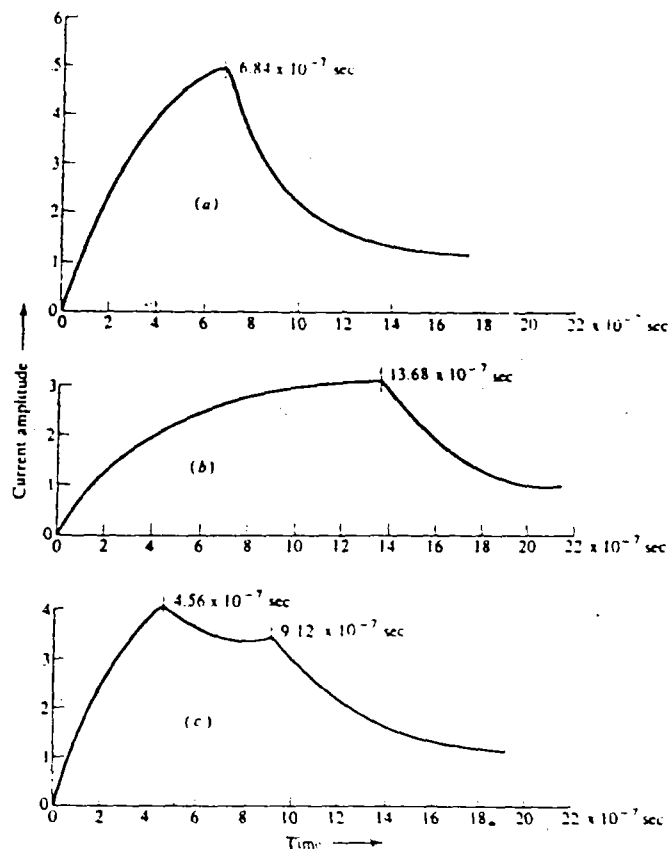
E คือ ความเข้มสนามไฟฟ้า

P คือ ความดันของแก๊ส

สำหรับค่า E/P ที่เท่ากัน ความเร็วของไอออนบวก จะมีค่าน้อยกว่าความเร็วของไอออนลบ (อิเล็กตรอน) มาก

ผลที่ได้รับจากหัววัด จี-เอ็ม

ผลจากการวัดรังสีโดยใช้หัววัดรังสี จี-เอ็ม จะได้ออกมาในรูปของพัลส์ ซึ่งขนาดของพัลส์ที่ได้ออกมานี้จะไม่ขึ้นกับการแตกตัวปฐมภูมิ (อนุภาคหรือรังสีที่มาตกกระทบบนหัววัดจะให้นขนาดของสัญญาณเท่ากันแม้จะมีพลังงานต่างกัน) แต่จะขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่ของประจุในหัววัดและจะแปรผกผันกับความจุของหัววัด โดยขนาดของพัลส์จะเพิ่มขึ้นช้า ๆ ตลอดช่วงของโด่งพลาโต นอกจากนี้ทิศทางการรังสีผ่านเข้ามาก็มีผลทำให้พัลส์ที่ได้ออกมามีลักษณะที่แตกต่างกันได้ ดังเช่น ภาพที่ 9 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตำแหน่งและทิศทางของแหล่งกำเนิดรังสีนั้นจะมีอิทธิพลต่อลักษณะของพัลส์ ดังที่กล่าวข้างต้น



ภาพประกอบ 9 แสดงรูปร่างพัลส์จากหัววัดแบบจี-เอ็มเมื่ออนุภาคแอลฟาผ่านมา (a) จากตรงกลางของหัววัด (b) จากปลายข้างหนึ่งของหัววัด (c) เมื่อแหล่งกำเนิดอยู่ที่ $1/3$ ของปลายข้างหนึ่งของหัววัด

จากทฤษฎีและหลักการของหัววัดรังสีจะเห็นได้ว่าส่วนประกอบที่สำคัญยิ่งภายในหัววัดรังสีคือ อิเล็กโตรดทั้งที่เป็นขั้วบวกและขั้วลบ และแก๊สที่ใช้บรรจุเข้าไปในหัววัดรังสี อิเล็กโตรดจะต้องสะอาดและมีความเรียบไม่ขรุขระมิฉะนั้นแล้วจะมีผลต่อความเข้มของสนามไฟฟ้าในหัววัดรังสี ส่วนแก๊สที่ใช้บรรจุนั้นก็ต้องมีอัตราส่วนของ ไอออนไนซิงแก๊ส และ เควันซิงแก๊ส ที่เหมาะสมกันเพราะถ้าอัตราส่วนผสมของแก๊สผิดไปประสิทธิภาพในการทำงานของหัววัดรังสีก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามนั้นด้วย โดยเฉพาะการแตกตัวของแก๊สเมื่อได้รับรังสีและการยับยั้งการแตกตัวของแก๊สหลังจากที่ได้รับรังสี

เอกสารเกี่ยวกับการสอน

วิธีสอนแบบบรรยาย (Lecture method)

การสอนแบบบรรยายหรือที่เรียกว่า แบบ Lecture นั้น Bossing (Bossing. 1963 อ้างอิงมาจาก ประดับ เรืองมาลัย. 2524, 277) ให้นิยามว่า เป็นการสอนโดยครูบอกความรู้หรืออธิบาย โดยนักเรียนเป็นผู้รับเป็นการสอนที่ครูพยายามอธิบายเหตุผล มีการสาธกอย่างมีโวหารแก่ผู้เรียน

การสอนแบบบรรยายที่นำมาใช้ในทางการศึกษาหมายถึง กระบวนการสอนที่ครูเป็นผู้ทำให้บทเรียนชัดเจน หรืออธิบายให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา เทคนิคการสอนแบบนี้คือการใช้เหตุผลอธิบายเหตุการณ์ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งคือ การพยายามให้ข้อมูลแก่นักเรียนเกี่ยวกับสภาวะการเรียนรู้ เหตุการณ์และข้อเท็จจริงทั่ว ๆ ไปได้เนื้อหา

ขั้นตอนการสอนแบบบรรยาย มีขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ผู้สอนอาจจะเริ่มสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้เรียนด้วยการพูดคุยซักถามเรื่องทั่ว ๆ ไป หรือเหตุการณ์ประจำวัน แล้วนำเข้าสู่บทเรียน โดยการทบทวนการบรรยายครั้งก่อนในเวลาสมควรแล้วจึงโยงต่อเนื่องให้เข้ากับเนื้อหาที่จะบรรยาย ต่อจากนั้นจึงเขียนเค้าโครงเรื่องที่จะเรียนหรือเรื่องที่จะบรรยายไว้บนกระดาน หรืออาจเตรียมเค้าโครงของเนื้อหาที่จะ

บรรยายไว้ล่วงหน้า โดยเขียนไว้ในแผ่นโปสเตอร์แล้วนำมาฉายบนเครื่องข้ามศีรษะ หรือพิมพ์หัวข้อ แจกให้ผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มบรรยาย โดยเรียงลำดับให้ต่อเนื่องเหมาะสมทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็น แนวทางเป็นภาพรวม ๆ และความสัมพันธ์ของบทเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้นแล้วจึงเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน

2. ชี้นำอธิบายเนื้อหา

ผู้สอนจะต้องอธิบายเนื้อหาอย่างชัดเจนและเป็นขั้นตอนตามโครงเรื่องที่หาไว้ ควรนำเสนอประเด็นที่สำคัญก่อน แล้วจึงขยายความ โดยให้รายละเอียดเพิ่มเติมรวมทั้งยกตัวอย่าง ประกอบ ในบางครั้งผู้สอนอาจจะเริ่มบรรยายโดยใช้คำถาม ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและ ก่อนขึ้นหัวข้อใหม่ควรมีการสรุปอีกครั้งหนึ่ง ในการบรรยายบางครั้งอาจมีการเชิญวิทยากรมาพูด มีการสาธิตหรือใช้อุปกรณ์การสอนบ้าง เช่น ใช้รูปภาพ สไลด์ ภาพยนตร์ วัตถุโอเพน เป็นต้น เพื่อให้การบรรยายน่าสนใจมากขึ้นแต่องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดก็คือตัวผู้บรรยาย นั่นเอง

3. ชี้นำสรุป

ขั้นนี้เป็นการสรุปประเด็นสำคัญหลังการบรรยายแต่ละครั้ง โดยโยงเนื้อหาตั้งแต่ ต้นจนจบ ทำให้ผู้เรียนได้เห็นเค้าโครงของสิ่งที่เรียนมาแล้วอีกครั้งหนึ่งได้ชัดเจนยิ่งขึ้น หรือใน บางครั้งผู้สอนอาจจะให้ผู้เรียนช่วยสรุปการบรรยายนั้นออกมาเป็นคำพูดก่อนจบการบรรยายแต่ละ ครั้ง ผู้สอนอาจเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามข้อสงสัยหรือแสดงความคิดเห็นและในบางครั้งอาจ จัดให้มีการทดสอบย่อย หรือทำกิจกรรมที่ใช้เวลาไม่มากนัก

การสอนแบบสาธิต (Demonstration method)

การสาธิตเป็นการแสดงบางสิ่งบางอย่างให้คนอื่นดูตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ อาจจะเป็น การแสดงการใช้เครื่องมือ กระบวนการ วิธีการ กลวิธี หรือการทดลองที่มีอันตรายซึ่งไม่เหมาะ ที่จะให้นักเรียนทำเอง

วัตถุประสงค์ของการสาธิต

1. เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียน
2. เพื่ออธิบายหลักความจริง
3. เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

4. เพื่อส่งเสริมให้เด็กรู้จักคิด โดยวิธีการสร้างปัญหาขึ้นมาระหว่างการสาธิต
5. เพื่อสนองความต้องการหรือความสนใจของเด็ก
6. เพื่อเป็นตัวอย่างแก่นักเรียนในการใช้ทักษะหรือเทคนิคบางอย่าง
7. เพื่อทบทวนบทเรียน
8. เพื่อการประเมินผล

ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 117 - 118) ได้แบ่งการสาธิตโดยให้ผู้แสดงเป็นหลักในการแบ่ง ออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. ครูแสดงการสาธิตคนเดียว (Teacher Demonstration) การสาธิตแบบนี้ครูเป็นผู้เตรียมและผู้แสดงคนเดียว วิธีนี้ครูสามารถควบคุมระเบียบภายในห้องได้เป็นอย่างดีและนำเข้าสู่บทเรียนได้ง่าย การสาธิตแบบนี้จะใช้เมื่ออุปกรณ์ที่จะทดลองมีราคาแพง อันตราย ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ
2. ครูและนักเรียนช่วยกันสาธิต (Teacher-Student demonstration) เป็นการสาธิตที่นักเรียนกลุ่มหนึ่งช่วยครู นักเรียนจะให้ความสนใจในการสาธิตเพราะมีเพื่อนของตนร่วมแสดงด้วย
3. กลุ่มนักเรียนเป็นผู้สาธิต (Student group demonstration) วิธีนี้นักเรียนจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมาก ครูจะมอบให้นักเรียนกลุ่มหนึ่ง ทำการสาธิตแทนครู แต่ครูเป็นพี่เลี้ยง การสาธิตแบบนี้จะได้ผลดีเมื่อนักเรียนให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง
4. นักเรียนคนเดียวเป็นผู้สาธิต (Individual student demonstration) ครูมอบให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งเป็นผู้แสดงการสาธิต การสาธิตแบบนี้จะบังเกิดผลถ้าให้นักเรียนที่มีสถานะสูงสุดในกลุ่มนั้น เช่น เรียนเก่ง เพื่อสร้างความมั่นใจแก่ผู้ดู
5. เชิญวิทยากรเป็นผู้สาธิต (Guest demonstration) วิธีนี้จะช่วยเปลี่ยนบรรยากาศที่น่าเบื่อมาเป็นที่น่าสนใจ โดยที่ครูวิทยาศาสตร์อาจจะเชิญอาจารย์วิทยาศาสตร์ท่านอื่น ๆ นักวิทยาศาสตร์ นักวิชาการ เป็นการให้ทรัพยากรในห้องถิ่นให้เกิดประโยชน์

ครูที่ใช้รูปแบบการสอนแบบสาธิตนั้นจะต้องเตรียมตัวในสิ่งต่อไปนี้

1. ขั้นแรกต้องระบุว่าจะให้ให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดอะไรและความจริงเรื่อง

ได้ในการสาธิตครั้งนี้ นั่นคือระบุดุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเองในเชิงของการสาธิต

2. ถ้าความจริงที่ครูสอนนั้นซับซ้อน ครูก็อาจจะแตกย่อยออกเป็นความคิดรวบยอดย่อย และยกตัวอย่างในการสอนความคิดรวบยอดเหล่านี้

ขั้นตอนการสาธิต

สมจิต สวณโบลย์ (ม.ป.ป.) ได้เสนอขั้นตอนของการสาธิตไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมกิจกรรม

ครูเตรียมหัวข้อเรื่องให้นักเรียนพิจารณา อาจระบุในรูปของปัญหาหรือระบุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ชักถามถึงประสบการณ์ของนักเรียน อาจจะมีบางคนที่มีความรู้ ความเข้าใจ หรือเคยทดลองเรื่องนั้น ๆ มาแล้วครูก็ควรให้นักเรียนมาสาธิตให้เพื่อนนักเรียนในชั้นได้ดู หรือครูเป็นผู้สาธิตเอง นอกจากนี้อาจเตรียมคำถามไว้ให้นักเรียนเพื่อจะได้เป็นแนวทางในการสังเกตการสาธิตด้วย

2. ขั้นดำเนินการสาธิต

ผู้สาธิตดำเนินการแสดงประกอบคำอธิบาย และประกอบการชักถามของนักเรียนด้วย เพื่อฝึกฝนทักษะ การสังเกต และทักษะการแก้ปัญหา

3. ขั้นสรุปและประเมินผล

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงความรู้ที่ได้รับจากการสาธิตตลอดจนทักษะที่สำคัญ ๆ ของการสาธิตนั้น ๆ และการประเมินผลเกี่ยวกับการสาธิต

ข้อควรปฏิบัติในการสาธิต

การสาธิตเพื่อให้ได้ผลดีควรยึดหลักดังนี้

1. นักเรียนทุกคนมองเห็นการสาธิตได้หมด โต๊ะต้องสูง มีแสงสว่างเพียงพอ ไม่มีอุปกรณ์อื่นใดนอกจากสิ่งที่จะทดลองให้นักเรียนดูในครั้งนั้น ๆ ได้ยินเสียงบรรยายชัดเจน

2. ต้องใช้กระดานดำเขียนเค้าโครงที่จะสาธิตเป็นขั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดและติดตามการสาธิตอย่างเข้าใจ

3. แสดงการสาธิตอย่างช้า ๆ เร้าให้เกิดบรรยากาศอันตึงต้านก่อนจะถึงจุดสำคัญของการทดลอง
4. ต้องสาธิตให้จบกระบวนการ
5. ให้ฝึกเรียนรู้ส่วนร่วมในการสาธิตบ้างตามโอกาสอันควร

เอกสารเกี่ยวกับเจตคติ

ความหมายของเจตคติ

คำว่า เจตคติ หรือ ทศคติ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่านซึ่งพอสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง สภาพความรู้สึกของมนุษย์ที่มีต่อ มนุษย์ สิ่งของ สัตว์ เหตุการณ์ และสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา ซึ่งอาจจะเป็นความรู้สึกในทางบวกหรือทางลบก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ที่ผ่านมาของแต่ละบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น เจตคติดีมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของพฤติกรรมของมนุษย์และเป็นสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงได้

องค์ประกอบของเจตคติ

ประภาณี สุวรรณ (2526 : 34) กล่าวถึงองค์ประกอบเจตคติไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านพุทธิปัญญา (cognitive component) ได้แก่ ความคิด ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มนุษย์ใช้ในการคิด การคิดนี้อาจจะอยู่ในรูปใดรูปหนึ่งแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความคิดของแต่ละบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า
2. องค์ประกอบด้านท่าทีความรู้สึก (affective component) เป็นส่วนประกอบทางด้านอารมณ์ความรู้สึก ซึ่งจะเป็นตัวเร้าความคิดอีกต่อหนึ่งในลักษณะทางบวกหรือลบต่อสิ่งเร้า
3. องค์ประกอบด้านปฏิบัติ (behavioral component) เป็นองค์ประกอบที่มีแนวโน้มในทางปฏิบัติต่อสิ่งเร้าด้วยการเกิดปฏิกิริยาอย่างใดอย่างหนึ่ง

หลักการวัดเจตคติ

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 147 - 148) ได้เสนอหลักการวัดเจตคติไว้ดังนี้

1. ต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (basic assumption) เกี่ยวกับการวัดเจตคติคือ
 - 1.1 เจตคติของบุคคลนั้นจะมีความคงที่อยู่วางหนึ่ง สามารถเปลี่ยนแปลงได้

อย่างน้อยจะต้องมีช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่ความรู้สึกของคนเรานั้นทำให้สามารถวัดได้

1.2 เจตคติของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง

1.3 เจตตินอกจากแสดงออกในรูปทิศทางของความรู้สึกนึกคิดแล้วยังมีขนาดหรือปริมาณของความรู้สึกนึกคิดนั้นด้วย

2. การวัดเจตคติด้วยวิธีใดก็ตาม จะต้องประกอบด้วย ตัวบุคคลที่จะถูกวัด สิ่งเร้าที่จะวัด และมีการตอบสนอง

3. สิ่งเร้าที่นิยมใช้คือ ข้อความเจตคติ (attitude statements) เป็นสิ่งเร้าทางภาษาที่ใช้อธิบายคุณค่า ลักษณะของสิ่งนั้น ๆ เพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาเป็นระดับความรู้สึก เช่น มาก น้อย ปานกลาง เป็นต้น

4. การวัดเจตคติต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรง (validity) ของการวัดเป็นพิเศษ ต้องพยายามให้เหตุผลของการวัดตรงกับสภาพความเป็นจริงของบุคคลทั้งในแง่ทิศทางและระดับหรือช่วงของเจตคติ

หลักการสร้างเครื่องมือวัดเจตคติ

ในการศึกษาดังนี้ผู้วิจัยได้สร้างมาตรวัดเจตคติแบบจัดอันดับคุณภาพตามหลักของลิเคอร์ท ซึ่ง ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526 : 45 - 52) และ เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2520 : 50 - 56) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างไว้ดังนี้

1. พิจารณาว่าต้องการวัดเจตคติของใคร ที่มีต่ออะไร และให้ความหมายของเจตคติ และสิ่งที่จะวัดนั้นให้แน่นอน

2. เมื่อตีความหมายของสิ่งที่จะวัดแน่นอนแล้ว ก็สร้างข้อความในแต่ละข้อของหัวข้อนั้น ๆ โดยให้คลุมเนื้อหาของหัวข้อเหล่านั้น ข้อความเหล่านั้นจะมีลักษณะถามความรู้สึกของผู้ตอบซึ่งผู้สร้างเครื่องมืออาจเขียนขึ้นเองหรือนำมาจากที่อื่น หรือผู้ทรงคุณวุฒิในด้านนั้น ๆ ก็ได้ แต่ต้องมีลักษณะดังนี้

2.1 เป็นข้อความที่เขียนขึ้นในแง่ความรู้สึก ความเชื่อหรือความตั้งใจที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่ใช่เป็นข้อเท็จจริง

2.2 ข้อความที่บรรจุลงในมาตรวัด จะต้องประกอบด้วยข้อความที่เป็นทั้งด้านบวก (positive) และด้านลบ (negative) ควบคู่กัน

2.3 ในแต่ละข้อความจะต้องสั้น เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม จำนวนข้อความที่สร้างขึ้นครั้งแรกควรมี 30 ข้อความขึ้นไป เพราะจะต้องเลือกข้อความให้เหลือประมาณ 20 - 25 ข้อความในแต่ละหัวข้อของสิ่งที่จะวัด

3. เมื่อได้ข้อความเพียงพอแล้วก็บรรจุลงในมาตราวัด โดยให้มีข้อเลือก 5 ข้อ ดังนี้
เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. กำหนดน้ำหนักในการตอบข้อเลือกตอบต่าง ๆ ของแต่ละข้อความซึ่งในการกำหนดน้ำหนักว่าเลือกข้อใด ควรจะให้น้ำหนักเท่าใดนั้น มีวิธีการ 3 วิธี แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ arbitrary weighting method ซึ่งกำหนดให้แต่ละข้อเลือก มีน้ำหนัก 5, 4, 3, 2 และ 1 หรือ 1, 2, 3, 4 และ 5 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อความว่าจะเป็นด้านบวกหรือด้านลบ

5. ทดลองใช้แบบสอบถามเพื่อเลือกข้อความ โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มที่มีลักษณะพื้นฐานคล้าย ๆ กันกับกลุ่มที่เราจะศึกษา แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อความที่แตกต่างกันของคะแนนในกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด กับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำสุด เพราะถือว่าข้อความเหล่านี้สามารถจะวัดความรู้สึกที่แตกต่างกันได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนบรรยาย

สเตรลี (Strehle. 1964 : 2386) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์การสำรวจ (Expioratory Science) กับนักเรียนระดับ 7 โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้เรียนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งให้เรียนโดยวิธีบรรยายและครูสาธิตการทดลองให้ดู ผลการวิจัยปรากฏว่า การทดสอบครั้งแรกผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบครั้งหลังกลุ่มที่สอนโดยการบรรยายและการสาธิตการทดลอง คะแนนเฉลี่ยของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ ต่อมาจอห์น (John. 1966 : 994 - 995 A) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักเรียนระดับ 8 โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมสอนโดยการบรรยายและสาธิตให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมบ้าง และให้งานไปทำเป็นการบ้าน ส่วนกลุ่มทดลองสอนโดยไม่ใช้ตำราไม่กำหนดงานให้อ่าน ไม่มีการ

บรรยาย แต่ให้ผู้เรียนใช้เอกสารที่เป็นคู่มือแนะนำกิจกรรมต่าง ๆ ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมในด้านการคิดหาเหตุผล การแก้ปัญหา และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มควบคุมมีผลการเรียนดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหาวิชา

ยั้งส์ (Youngs. 1970 : 53) ได้ศึกษาผลการใช้อุปกรณ์การสอนและวิธีสอนให้นักเรียนรู้จักเรียนรู้อย่างเป็นอิสระ โดยจัดเหตุการณ์ขึ้นมาเร่งเร้าให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้อุปกรณ์และมีการกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจ กลุ่มที่ 2 ใช้การอภิปรายโดยการกระตุ้นเร่งเร้าให้นักเรียนพยายามหาคำตอบมาอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่ใช้อุปกรณ์ทดลองมีความสามารถในการอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นได้มากกว่ากลุ่มควบคุม

มารุต วิธราชกุล (2528 : 29) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกีฬาบาสเกตบอล โดยวิธีสอนแบบใช้วิดีโอเทปและการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายวิทยาลัยพลศึกษา ชลบุรี จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้วิดีโอเทป กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้การบรรยายประกอบการสาธิต ปรากฏว่าทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ทำให้ทักษะกีฬาบาสเกตบอลของทั้งสองกลุ่มดีขึ้นกว่าก่อนทำการสอน

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนสาธิต

องอาจ จิระจันทร์ (2516 : 37) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ในวิชาช่าง โดย ใช้วิธีสอนแบบสาธิตกับวิธีสอนแบบใช้สไลด์มีเสียงประกอบ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สายอาชีพ ผลการวิจัยปรากฏว่า จากการทดลองสอนวิชาช่างไฟฟ้าที่สอนด้วยสไลด์มีเสียงประกอบ ให้ผลการเรียนสูงกว่าการสอนด้วยวิธีแบบสาธิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนวิชาช่างโลหะและช่างวิทยุวิธีสอนทั้งสองแบบให้ผลการเรียนรู้อย่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

วิชย มณีอุบลกุล (2517 : 168) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีทำหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยใช้โปรแกรมฟิล์มลัฟและการสอนแบบสาธิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ จำนวน 40 คน กลุ่มทดลองจำนวน 20 คน สอนโดยใช้โปรแกรมฟิล์มลัฟ ส่วนกลุ่มควบคุมจำนวน 20 คน สอนโดยการสาธิต ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญและในปีต่อมา พิลาศ เกื้อมี (2519 : 23) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางช่างที่อาศัยนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษานันท์สูงวิชาเอกอุตสาหกรรมศิลป์ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยครูพระนคร ซึ่งปรากฏว่าผลการฝึกทักษะทางช่างโดยการสอนด้วยการสาธิตจากโทรทัศน์ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางช่างสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมน โอสธานนท์ (2520 : 52) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ด้วยวิธีสอนแบบสาธิตกับวิธีสอนแบบศูนย์การเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา วิทยาลัยครูสวนดุสิต จำนวน 70 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 35 คน ใช้วิธีสอนแบบศูนย์การเรียน กลุ่มควบคุม จำนวน 35 คน ใช้วิธีสอนแบบสาธิตพบว่า ผลการเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

รูดอล์ฟ (Rudolf. 1970 : 2750 - 2754 A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนจากการสอน 2 วิธี กับนักเรียนระดับ 7 จำนวน 133 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ให้กลุ่มหนึ่งเรียนโดยการปฏิบัติการทดลอง นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมวางแผนและรับผิดชอบในกิจกรรมการเรียนร่วมกัน อีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยครูเป็นผู้สาธิต นักเรียนเป็นผู้สังเกตเท่านั้นไม่มีส่วนร่วมในการวางแผนการสอน ใช้เวลาสอน 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยปรากฏว่า

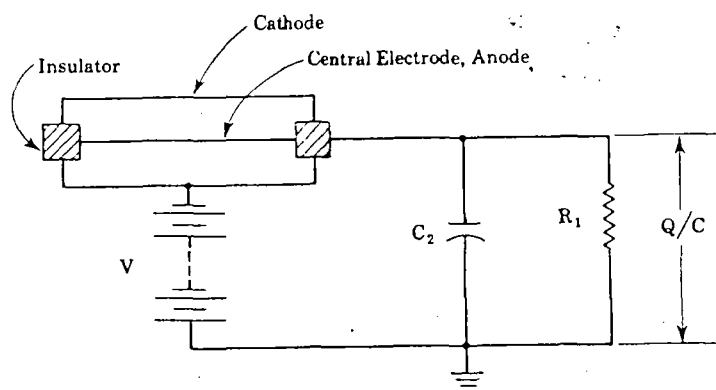
1. นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความรู้ (cognitive outcome knowledge) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
2. นักเรียนกลุ่มที่ครูเป็นผู้สาธิตการทดลองมีสมรรถภาพด้านความเข้าใจสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการปฏิบัติการทดลอง
3. นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความเข้าใจสูงกว่าสมรรถภาพด้านความรู้ อย่างมีนัยสำคัญ

จากเอกสารและงานวิจัยจะเห็นได้ว่าการสอนแบบสาธิตเป็นการสอนที่วิธีหนึ่งซึ่งทำให้ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนดีขึ้นเทียบเท่ากับวิธีสอนแบบอื่น ๆ แม้ในงานวิจัยบางครั้งถูกนำไปใช้เปรียบเทียบกับการสอนที่เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาก็ตามแต่ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนโดยวิธีการสาธิตก็มีได้ด้อยกว่าการสอนแบบใหม่ ๆ แต่อย่างไรก็ตามก็นับเป็นข้อยืนยันได้ว่าการสอนแบบสาธิตเป็นวิธีสอนที่มีประสิทธิภาพอันส่งผลต่อการเรียนรู้ที่วิธีหนึ่งเป็นอย่างดี โดยเฉพาะการเรียนการสอนที่ต้องใช้ความระมัดระวังในการทดลองเป็นพิเศษการสอนแบบสาธิตก็ยิ่งจะมีความสำคัญยิ่งขั้นผู้เรียนก็必将มีความปลอดภัยมากขึ้นดังเช่นเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้การสาธิตจะช่วยให้ผู้เรียนปลอดภัยจากการถูกรังสีได้มากที่สุด น่าจะทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการสอนด้วย

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงใช้วิธีสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยายเพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวมทั้งเจตคติต่อการสอนด้วยว่าจะแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานในการค้นคว้าวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน
2. เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน



ภาพประกอบ 1 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของหัววัดรังสีชนิดบรรจุแก๊ส

หัววัดรังสีประเภทนี้ประกอบด้วยโลหะทรงกระบอกภายในบรรจุแก๊ส ตรงกลางมีเส้นลวดซึ่งผ่านทำหน้าที่เป็นอิเล็กโตรด เส้นลวดนี้จะถูกกั้นจากผนังโลหะด้วยฉนวนอย่างดี แรงเคลื่อนไฟฟ้า V ถูกใส่เข้าไประหว่างผนังและเส้นลวดที่ซึ่งอยู่ตรงกลาง โดย R_1 ทำหน้าที่เป็นตัวระบุในวงจร

1.1 หัววัดรังสีแบบไอออนไนเซชัน - แคมเบอร์ (Ionization-chamber Detector)

หัววัดแบบนี้ประกอบด้วยแคมเบอร์ที่ทำด้วยวัสดุโปร่งทรงกระบอก ตรงกลางมีวัตถุที่เป็นตัวนำทำหน้าที่เป็นอิเล็กโตรดซึ่งผ่านโดยที่ปลายทั้งสองข้างของอิเล็กโตรดมีฉนวนกันอย่างดี แก๊สที่บรรจุในแคมเบอร์มักจะเป็นอากาศแห้งที่ความดันบรรยากาศปกติ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอนุภาคได้ทุก ๆ อนุภาคไม่ว่าจะเป็นไอออนไนเซชันอันดับแรกหรืออันดับสอง มีประสิทธิภาพเชิงเรขาคณิตสูงและวิธีใช้ก็ง่ายเหมาะสำหรับใช้วัดรังสีจากสารตัวอย่างที่มีกัมมันตภาพจำเพาะ (specific activity) ต่ำ ๆ ลักษณะโดยทั่วไปแล้วแสดงได้ดังภาพ 2

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าและทดลอง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ - ชีวภาพ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 13 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ - ชีวภาพ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 13 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) สุ่มกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการจับฉลาก

- กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย
- กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย

ระยะเวลาและเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้เนื้อหาในวิชา วท.331 ฟิสิกส์ 1 เรื่อง กัมมันตภาพรังสี

แบบแผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Pretest - Posttest Control Group design (Dooley. 1984 : 136) มีลักษณะการทดลองดังนี้

แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X_1	T_2
CR	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- X_1 คือ การจัดการกระทำ
 T_1 คือ การทดสอบก่อนที่จะมีการทดลอง
 T_2 คือ การทดสอบหลังจากที่ทำการทดลอง
 R คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
 E คือ กลุ่มทดลอง
 C คือ กลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. หัววัดรังสีแบบ จี-เอ็ม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. แผนการสอนแบบสัทธิประกอบการบรรยายและการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยายเรื่อง กัมมันตภาพรังสี ในวิชา วท.331 ฟิสิกส์ 1
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคันคว่ำ

1. การสร้างหัววัดรังสีแบบจี-เอ็ม

1.1 อุปกรณ์ในการสร้าง

1.1.1 หลอดแก้วไพเรกซ์ (pyrex) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

ยาว 300 มิลลิเมตร

1.1.2 หลอดแก้วไพเรกซ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร

1.1.3 หลอดทดลองทำด้วยแก้วไพเรกซ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25

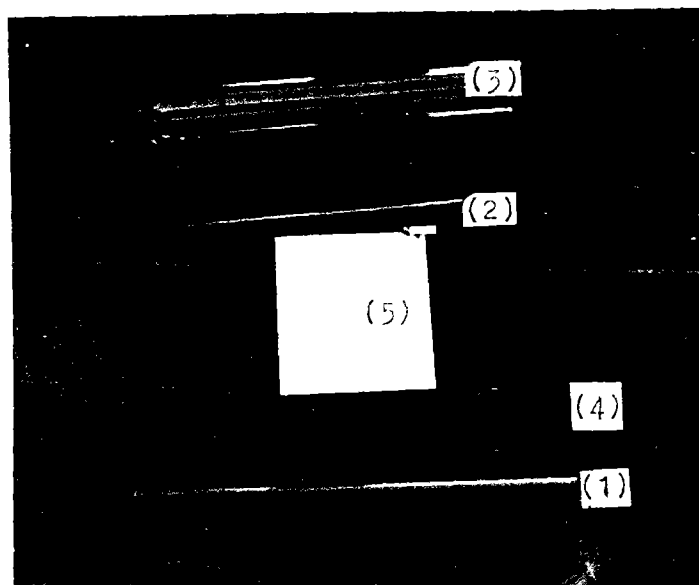
มิลลิเมตร

1.1.4 เส้นลวดทังสเตน (Tungsten) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 นิ้ว

ยาว 10 เซนติเมตร

1.1.5 แผ่นเหล็กโรสซึม (ในที่นี้ใช้แผ่นสเตนเลส) ขนาด 60 X 65

(มิลลิเมตร)² ดังภาพประกอบ 10



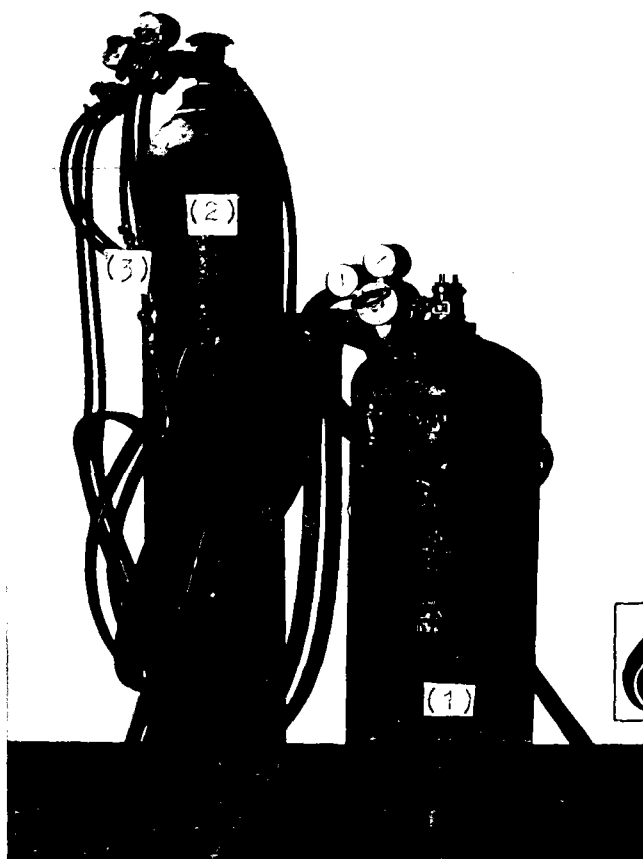
ภาพประกอบ 10 แสดงอุปกรณ์ในการสร้างหัววัดรังสี

1.2 อุปกรณ์ในการเป่าแก้ว

1.2.1 ท่อแก๊สออกซิเจน

1.2.2 ท่อแก๊สออกซิเจน

1.2.3 หัวเชื่อมแก๊ส



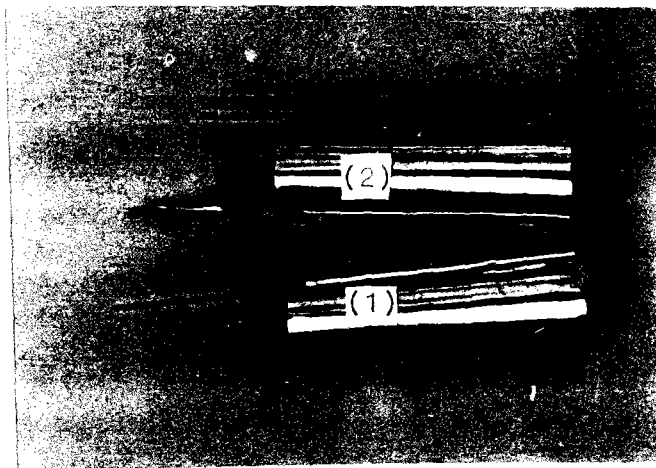
ภาพประกอบ 11 แสดงอุปกรณ์ในการเป่าแก้ว

1.3 วิธีดำเนินการสร้างหลอดหัววัดรังสี

1.3.1 ตัดแผ่นเหล็ก ไร้สนิมให้โค้งเป็นรูปทรงกระบอก แล้วเชื่อมด้วยลวด

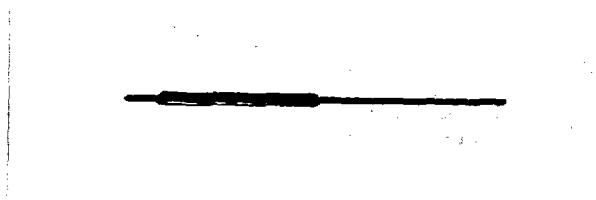
ทั้งสแตนต่อให้เป็นก้านยาวออกมาดังภาพ (1) จากนั้นใช้หลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3

มิลลิเมตร เชื่อมหุ้มเส้นลวดทั้งสี่เตนให้เหลือส่วนปลายไฟล่อออกมาพอประมาณ ดังภาพ (2) ตามภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แสดงการตัดแผ่นเหล็กไร้สนิม

1.3.2 นำลวดทั้งสี่เตนขนาดยาว 10 เซนติเมตรที่ทำความสะอาดแล้วมาเชื่อมหุ้มด้วยแก้วขนาดเล็กบริเวณส่วนปลายด้านใดด้านหนึ่ง ดังภาพประกอบ 13



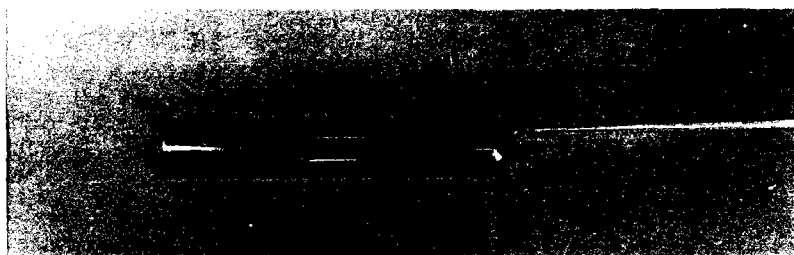
ภาพประกอบ 13 แสดงการเชื่อมแก้วหุ้มลวดทั้งสี่เตน

1.3.3 เป่าเจาะหลอดแก้วทดลองตรงกึ่งกลางของกันหลอดให้เป็นช่องแล้ว
สอดเส้นลวดทั้งสแตนเลสที่เตรียมไว้ในข้อ 1.3.2 ให้ปลายด้านหนึ่งโผล่ออกมาเชื่อมให้ติดเป็นเนื้อ
เดียวกัน ดังภาพประกอบ 14



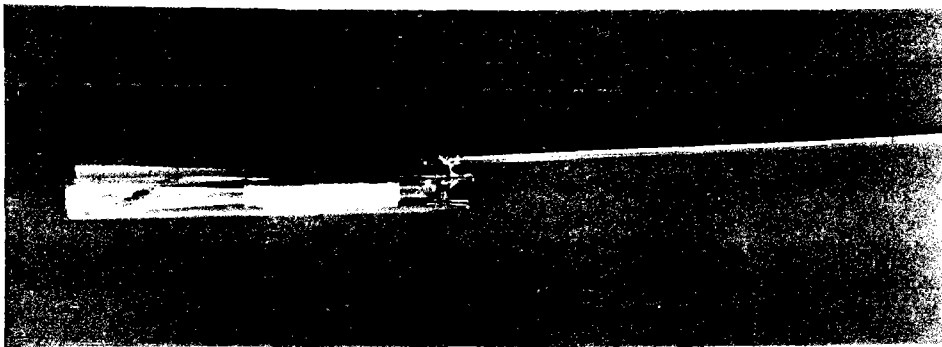
ภาพประกอบ 14 แสดงการใส่เส้นลวดแกนกลางที่ใช้เป็นขั้วบวก (anode) ของหัววัดรังสี

1.3.4 เป่าเจาะบริเวณขอบของกันหลอดแก้วให้ทะลุเป็นช่องแล้วเชื่อม
หลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร เข้ากับช่องนี้แล้วเชื่อมให้เป็นเนื้อเดียวกันเพื่อใช้
เป็นท่อดูดอากาศออกจากหัววัด ดังภาพประกอบ 15



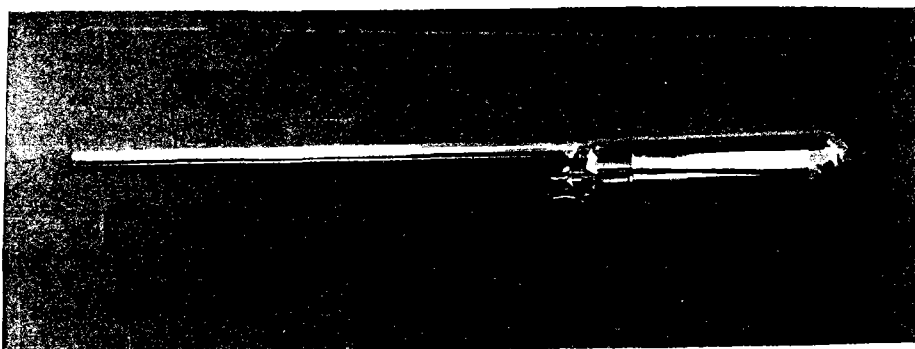
ภาพประกอบ 15 แสดงการเชื่อมหลอดแก้วที่ดูดอากาศ

1.3.5 เป่าเจาะบริเวณขอบของกันหลอดอีกด้านหนึ่งให้ทะลุเป็นช่องแล้ว
สวมโลหะทรงกระบอกที่เตรียมไว้ในข้อ 1.3.1 ลงในหลอดแก้วให้ปลายด้านที่เชื่อมด้วยแก้วโผล่
ออกมาข้างนอกหลอด เชื่อมให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยโลหะทรงกระบอกนี้ใช้เป็นแผ่นขั้วลบของหัววัด
รังสี ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 แสดงการใส่แผ่นโลหะขั้วลบ (cathode) ของหัววัดรังสี

1.3.6 ปิดปลายหลอดให้สนิทดังภาพประกอบ 17

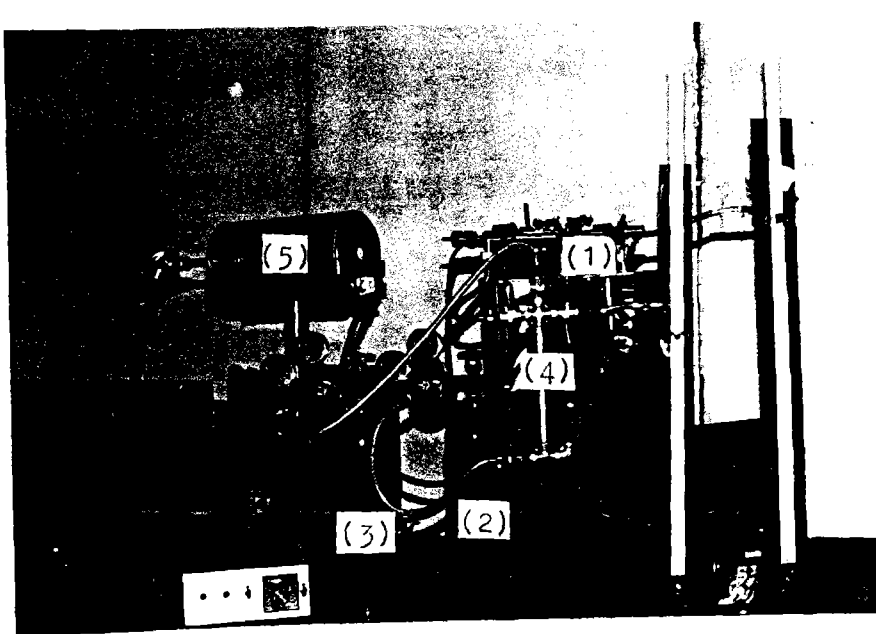


ภาพประกอบ 17 แสดงหัววัดรังสีที่สร้างเสร็จปิดปลายแล้ว

1.4 การบรรจุแก๊สเข้าในหัววัดรังสี

อุปกรณ์ในการบรรจุแก๊ส ประกอบด้วย

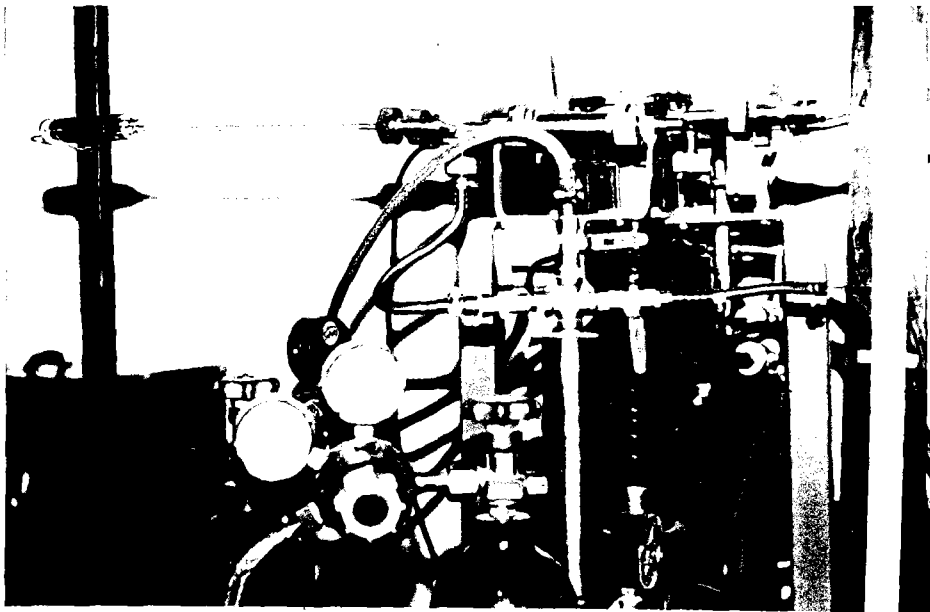
1. เครื่องดูดอากาศ
2. ถังแก๊สอาร์กอน
3. ถังแก๊สมีเทน
4. ถังผสมแก๊ส
5. เต้าอบหัววัด



ภาพประกอบ 18 แสดงอุปกรณ์ในการบรรจุแก๊ส

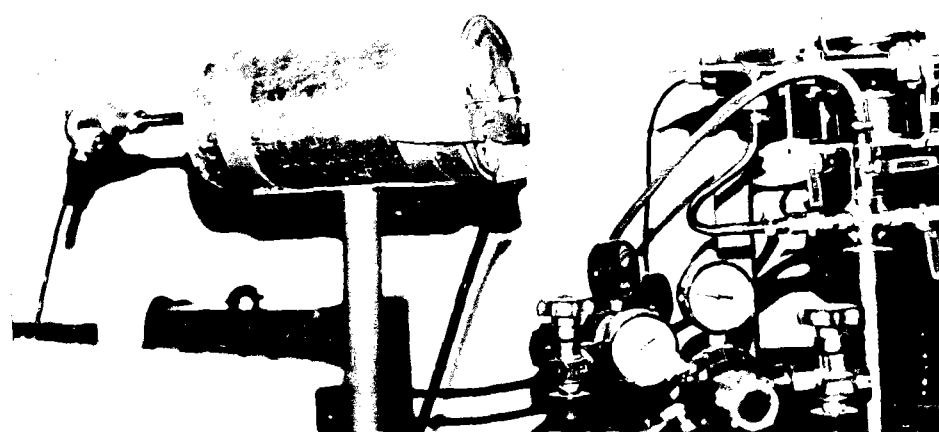
1.5 การบรรจุแก๊ส

1.5.1 เตรียมหัววัดรังสีต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 การเตรียมหัววัดก่อนการบรรจุแก๊ส

1.5.2 ดูดอากาศที่อยู่ภายในหัววัดออก ให้ความดันภายในหัววัดลดลงถึงระดับ 10^{-5} มิลลิเมตรของปรอท แล้วอบหัววัดด้วยเตาอบ โดยเริ่มต้นอบที่อุณหภูมิ 100°C . แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึง 400°C . ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 20



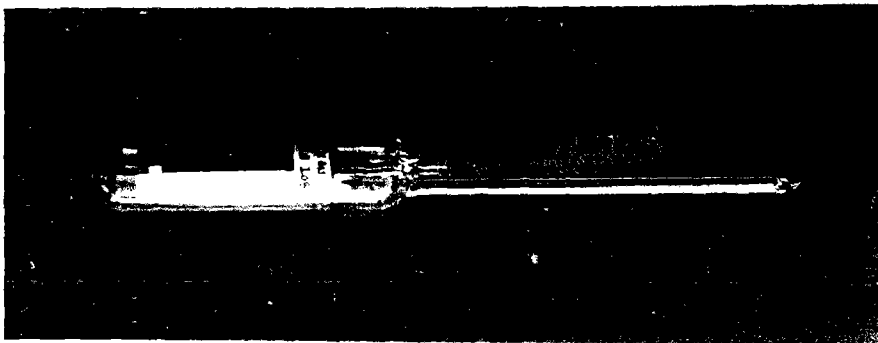
ภาพประกอบ 20 แสดงการอบหัววัดรังสีก่อนการบรรจุแก๊ส

1.5.3 เมื่ออบหัววัดที่อุณหภูมิ 400° ซ. ประมาณ 15 นาที แล้วนำหัววัดรังสีออกจากเตาอบ ปล่อยให้เย็น

1.5.4 เปิดแก๊สจากถังผสมแก๊สเล็กน้อยเข้าไปไล่แก๊สที่ตกค้างในหัววัดเพื่อให้อากาศในหัววัดออกหมดจริง ๆ ทิ้งไว้ประมาณ 3 - 5 นาที จึงดูดทิ้งอีกครั้งหนึ่ง

1.5.5 เปิดแก๊สจากถังผสมแก๊สเข้าไปในหัววัดช้า ๆ จนได้ความดันของแก๊สภายในหัววัดตามที่ต้องการ (สังเกตได้จากบาร์อมิเตอร์ที่อยู่ด้านข้างของเครื่องดูดอากาศ) แล้วปิดก๊อกปล่อยแก๊ส ดักแก๊สไว้ในหัววัด

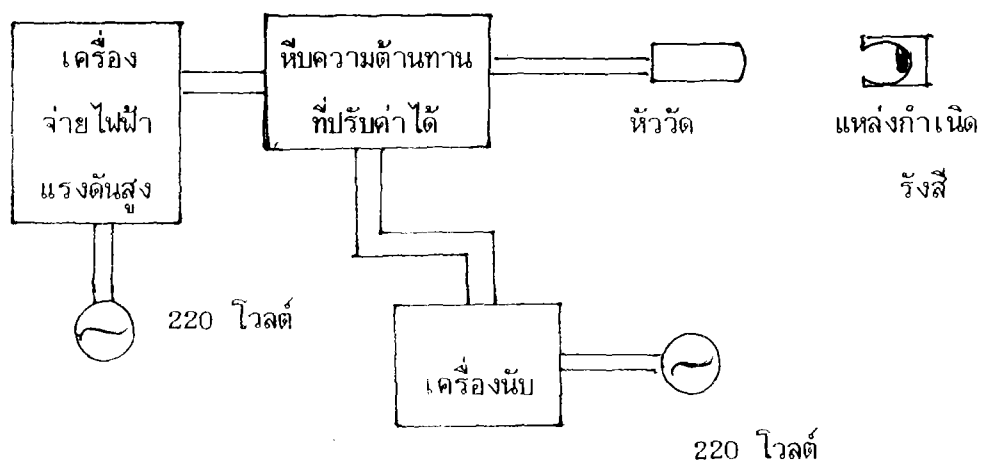
1.5.6 ปิดท่อบรรจุแก๊สโดยใช้เบรลว ไพลนหลอดแก้วให้ละลายหลอมติดกันสนิท ดังภาพประกอบ 21



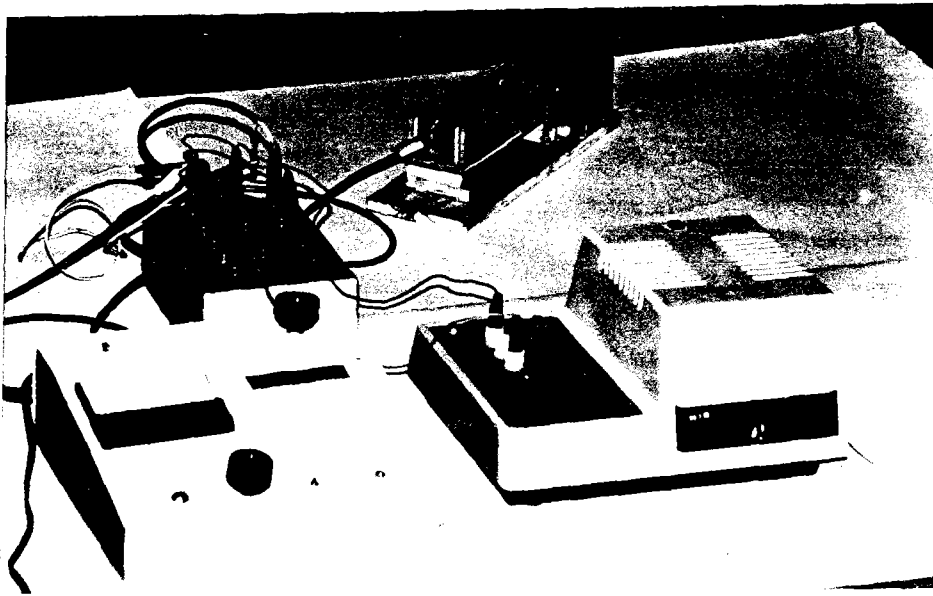
ภาพประกอบ 21 แสดงหัววัดที่บรรจุแก๊สเรียบร้อยแล้ว

1.6 การทดลองการหาประสิทธิภาพการนับของหัววัดรังสี

1.6.1 นำหัววัดรังสีที่บรรจุแก๊สเรียบร้อยแล้วมาต่อเข้ากับวงจรภายนอก ซึ่งประกอบด้วย เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูง แหล่งกำเนิดรังสี (ใช้เรเดียม-226) และเครื่องนับ ดังภาพประกอบ 22 - 23



ภาพประกอบ 22 ไดอะแกรมแสดงวงจรการหาประสิทธิภาพการนับของหัววัดรังสี



ภาพประกอบ 23 แสดงเครื่องมือสำหรับการทดลองหาประสิทธิภาพการนำของหัววัดรังสี

1.6.2 ทำการวัดกัมมันตภาพรังสีจากแหล่งกำเนิดรังสีดังกล่าวพร้อมทั้งบันทึกค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า อัตราการนับของค่าความต่างศักย์แต่ละค่าจำนวน 10 ครั้ง ลงในตารางบันทึกข้อมูล

1.6.3 นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเขียนกราฟจากข้อมูลดังกล่าวนี้ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กับ อัตราการนับ เพื่อใช้ในการหาช่วง โค้งพลาโตของหัววัดรังสีแต่ละหัว

2. การสร้างแผนการสอน

2.1 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือเนื้อหาในวิชา วท.331 นิลิกส์ 1 เรื่อง กัมมันตภาพรังสี ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษาชั้นปีที่ 3 วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ - ชีวภาพ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2.2 ขั้นตอนการสร้างแผนการสอน

2.2.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และเนื้อหาที่กำหนดให้เรียนจากหลักสูตรระดับอุดมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2.2.2 ศึกษาแนวทางและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2.2.3 สร้างแผนการสอนโดยยึดเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลองเป็นเกณฑ์

2.2.4 นำแผนการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา ความเป็นไปได้ในการจัดกิจกรรม

2.2.5 นำแผนการสอนไปทดลองสอนนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 4 วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ - ชีวภาพ ที่เรียนเรื่องกัมมันตภาพรังสีมาแล้ว ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2.2.6 นำแผนการสอนมาปรับปรุงเพื่อใช้ในการทดลองสอนจริงต่อไป

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาเนื้อหาวิชา วท.331 นิลิกส์ 1 เรื่องกัมมันตภาพรังสี ของนิสิตวิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ - ชีวภาพ ชั้นปีที่ 3 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบและเทคนิคการเขียนข้อสอบที่ดี

3.3 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้

- ด้านความรู้ความจำ
- ด้านความเข้าใจ
- ด้านการนำไปใช้
- ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.4 สร้างแบบทดสอบแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ตรงกับเนื้อหาและพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน

3.5 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง

3.6 นำแบบทดสอบที่ได้รับการแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนิสิตที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่อง กัมมันตภาพรังสีมาแล้ว

3.7 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบมาวิเคราะห์ ดังนี้

- หาคความยากง่ายและอำนาจจำแนก โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27 % ของกลุ่มคะแนนสูงหรือกลุ่มคะแนนต่ำ

- เลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้และปรับปรุงข้อสอบที่เลือกไว้ให้ดีขึ้น จำนวน 16 ข้อ

3.8 นำข้อสอบที่เลือกไว้แล้วมาหาความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีของ คูเตอร์-ริชาร์ดสัน สูตร KR-20

4. การสร้างแบบสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบวัดเจตคติตามวิธีของ ลิเคิร์ต (Likert)

4.2 สร้างแบบสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นมาตราส่วนประเมินค่าจำนวน 30 ข้อ แล้วนำไปให้คณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบและแก้ไข

4.3 นำแบบสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ตรวจแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่ผ่านการเรียนเรื่อง กัมมันตภาพรังสีมาแล้ว

4.4 นำแบบสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่นิสิตทำแล้วมาตรวจให้คะแนน ถ้าข้อความเป็นไปในทางบวก (เชิงนิมิต) ให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน

ถ้าข้อความนั้นเป็นไปในทางลบ (เชิงลบ) ให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน

4.5 นำผลการให้คะแนนของแบบสอบถาม มาหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อ โดยเรียงคะแนนของแต่ละคนจากมากที่สุด ไปหาน้อยที่สุด เลือกบุคคลในกลุ่มสูงมา 25 % กลุ่มต่ำ 25 % นำมาหาค่า t แล้วเลือกข้อความที่มีค่า $t = 1.75$ ไว้ (ประภาณี สุวรรณ. 2526 : 48 - 50) จำนวน 21 ข้อ

4.6 นำแบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เลือกไว้มาหาความเชื่อมั่นโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา ของ ครอนบาค (Cronbach)

4.7 นำแบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการทดลองต่อไป

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. การสร้างและการศึกษาประสิทธิภาพของหัตถ์รังสี

1.1 สร้างหัตถ์รังสีแบบไกเกอร์ - มุลเลอร์ โดยใช้หลอดแก้วเป็นเปลือกหุ้มด้านนอก ส่วนอิเล็กทรอนิกส์ภายในใช้แผ่นสแตนเลสเป็นขั้วลบ และลวดทั้งสแตนเลสเป็นขั้วบวก บรรจุแก๊สในอัตราส่วนและความดันภายในหัตถ์ที่ระดับต่าง ๆ กัน

1.2 ศึกษาประสิทธิภาพหัตถ์รังสีที่บรรจุแก๊สดังกล่าวในข้อ 1.1 โดยศึกษาอัตราการนับ ความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้น และโด่งพลาโต

1.3 นำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำและนำเสนอในรูปของกราฟและตาราง

2. การดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับการนำหัตถ์รังสีไปใช้ในการเรียนการสอน

2.1 สุ่มนิสิตที่เป็นกลุ่มประชากรเข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มทดลอง 7 คน กลุ่มควบคุม 6 คน ทดสอบก่อนการทดลองทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แล้วทำการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่มให้กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.2 เมื่อสิ้นสุดการเรียนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังการทดลองทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับเดิมพร้อมทั้งให้คำตอบแบบสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย

2.3 ตรวจให้คะแนนผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาอัตราการนับของห้วงวัดรังสีที่สร้างขึ้นและหาช่วงกว้างของโค้งพลาโต โดยการนำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับกับความต่างศักย์ในไฟฟ้าที่ให้ง่ายกับห้วงวัดรังสี

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กัมมันตภาพรังสี ของนิสิตทั้งสองกลุ่ม โดยใช้ t-test แบบ Independent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความแปรปรวน (S^2)
2. หาค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการ 27 % ของกลุ่มคะแนนสูง และ 27 % ของกลุ่มคะแนนต่ำ โดยคำนวณได้จากสูตร (สุภาพ วาดเขียน. 2525 : 62)

$$\text{อำนาจจำแนก } (V_1) = \frac{R_h - R_1}{N / 2}$$

$$\text{ความง่ายของข้อ } (D_1) = \frac{R_h + R_1}{N}$$

เมื่อ (V_1) แทน ดัชนีอำนาจจำแนก

(D_1) แทน ความง่ายของข้อ

R_h แทน จำนวนคนที่ตอบข้อสอบ ได้ถูก ในกลุ่มสูง

R_1 แทน จำนวนคนที่ตอบข้อสอบ ได้ถูก ในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ

3. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้

สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n - 1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s^2_t} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ $1-p$

s^2_t แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับนั้น

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่ม

ควบคุมคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 84)

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มทดลอง

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มทดลอง

s_1^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

s_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

5. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการแจกแจงแบบ t (t - distribution) แบ่งกลุ่มคะแนนสูง 25 % และกลุ่มคะแนนต่ำ 25 % มีสูตรคำนวณ ดังนี้ (ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 185 - 186)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อความ

$\bar{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_H แทน จำนวนคนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง

n_L แทน จำนวนคนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

6. หาความเชื่อมั่นของแบบสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธี
สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของ ครอนบาค (Cronbach) มีสูตรคำนวณดังนี้
(ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170 - 172)

$$\alpha = \frac{n}{n - 1} \left\{ 1 - \frac{S^2_1}{S^2_t} \right\}$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

S^2_1 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

S^2_t แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองออกเป็นสองส่วนคือ

1. ผลการทดลองการศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี แบบ จี - เอ็ม
2. ผลการทดลองจากการนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน

1. ผลการทดลองการศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบ จี - เอ็ม

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งการทดลองหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีออกเป็น 3 ชุดตามลำดับของอัตราส่วนผสมระหว่าง ไอออนไนซิงแก๊ส และ เควันซิงแก๊ส ที่บรรจุในหัววัดรังสีที่สร้างขึ้น ดังผลการทดลองต่อไปนี้

1.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีที่บรรจุแก๊สผสมในอัตราส่วนของ
เควันซิงแก๊ส 5 %

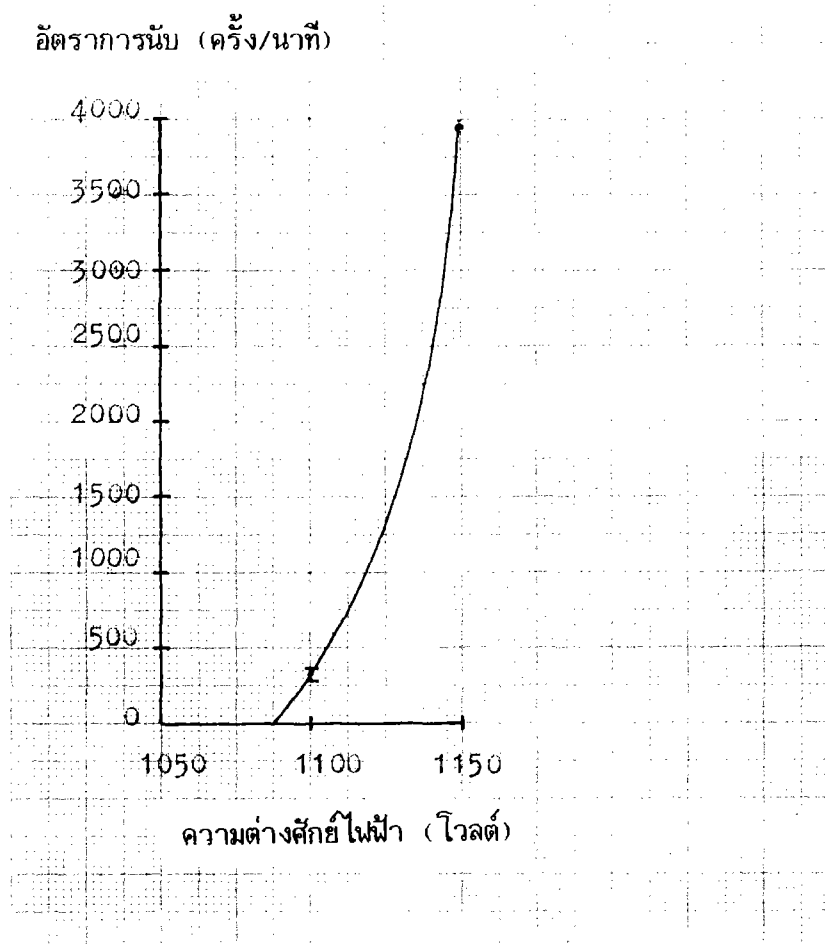
1.1.1. หัววัดรังสีที่บรรจุแก๊ส ที่ความดันภายในหัววัด 40 มิลลิเมตรของปรอท
ไม่ปรากฏอัตราการนับของหัววัดรังสี

1.1.2. หัววัดรังสีที่บรรจุแก๊ส ที่ความดันภายในหัววัด 80, 120, 160, 200,
และ 250 มิลลิเมตรของปรอท ปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ควีนซิ่งแก๊สในอัตราส่วน 5 %

ความต่างศักย์ ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	
1100	334	341	318	337	350	325	331	347	340	339	332.2	14.25
1150	3960											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 50 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



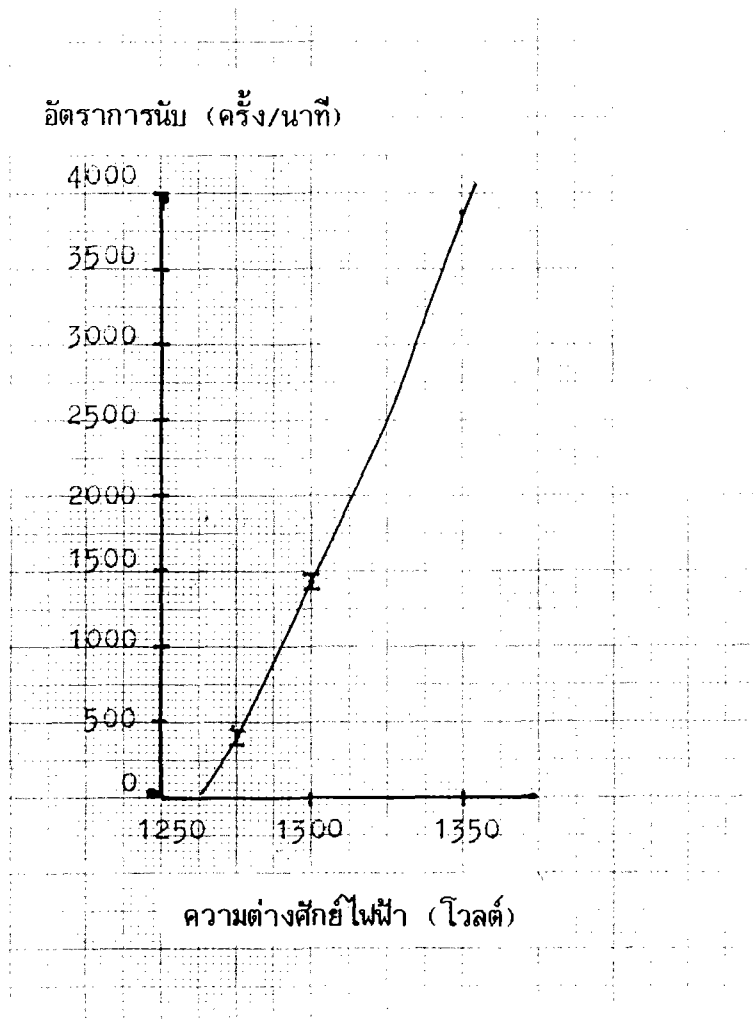
ภาพประกอบ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 5 %

ตาราง 2 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ควันทิ้งแก๊สในอัตราส่วน 5 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D.
1275	408	407	396	387	399	414	402	403	410	394	402	8.19
1300	1458	1420	1444	1435	1428	1405	1395	1439	1420	1415	1425.9	18.84
1350	3886											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 75 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งนลาโต



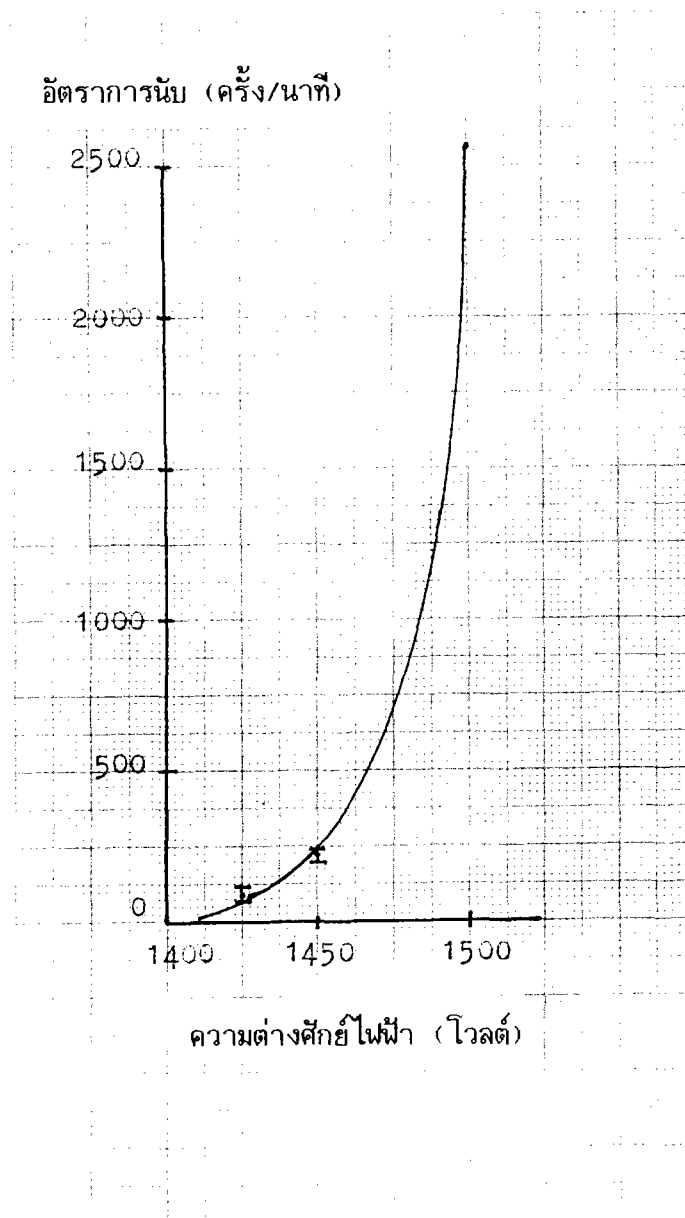
ภาพประกอบ 25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เคาน์ติงแก๊สในอัตราส่วน 5 %

ตาราง 3 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ควันทิ้งแก๊สในอัตราส่วน 5 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	
1425	75	85	90	74	81	73	75	91	88	70	80.2	7.79
1450	224	229	232	210	210	219	205	224	227	218	221	9.56
1500	2564											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 75 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



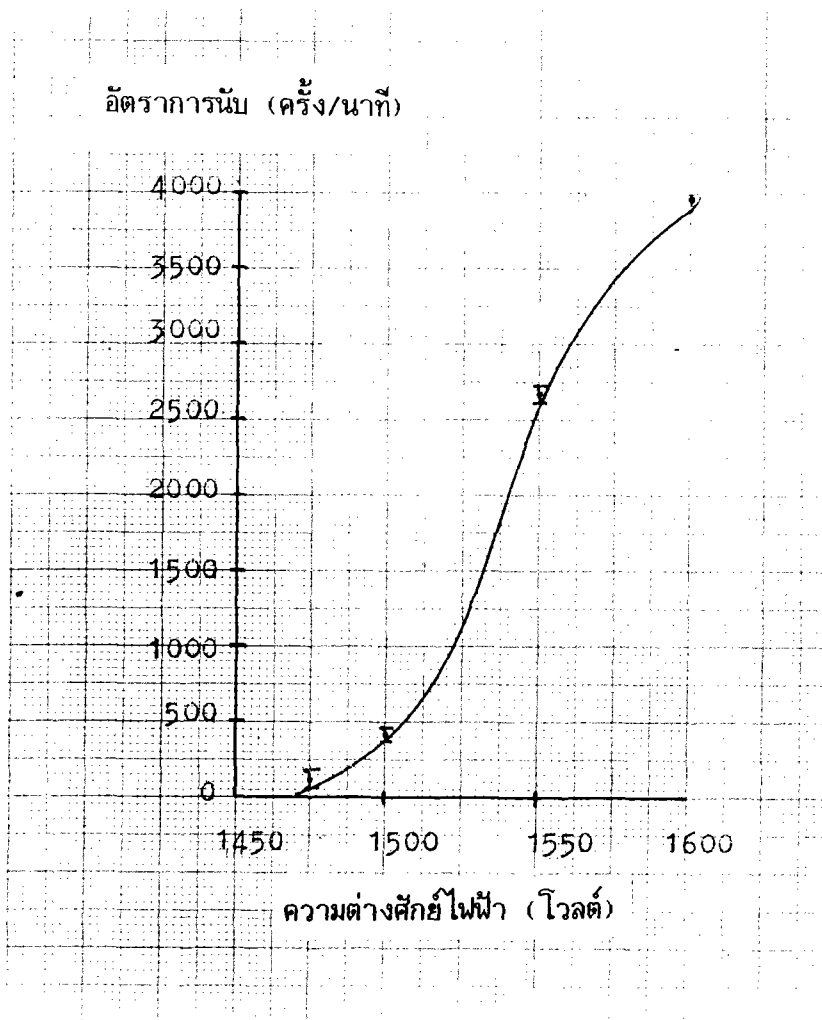
ภาพประกอบ 26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินเชิงแก๊สในอัตราส่วน 5 %

ตาราง 4 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เค้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 5 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D.
1475	105	110	115	120	108	117	130	121	114	119	115.9	7.25
1500	394	410	409	405	417	398	396	395	412	395	403.1	8.25
1550	2683	2678	2662	2691	2642	2677	2683	2655	2662	2448	2668.1	4.07
1600	3958											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 125 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



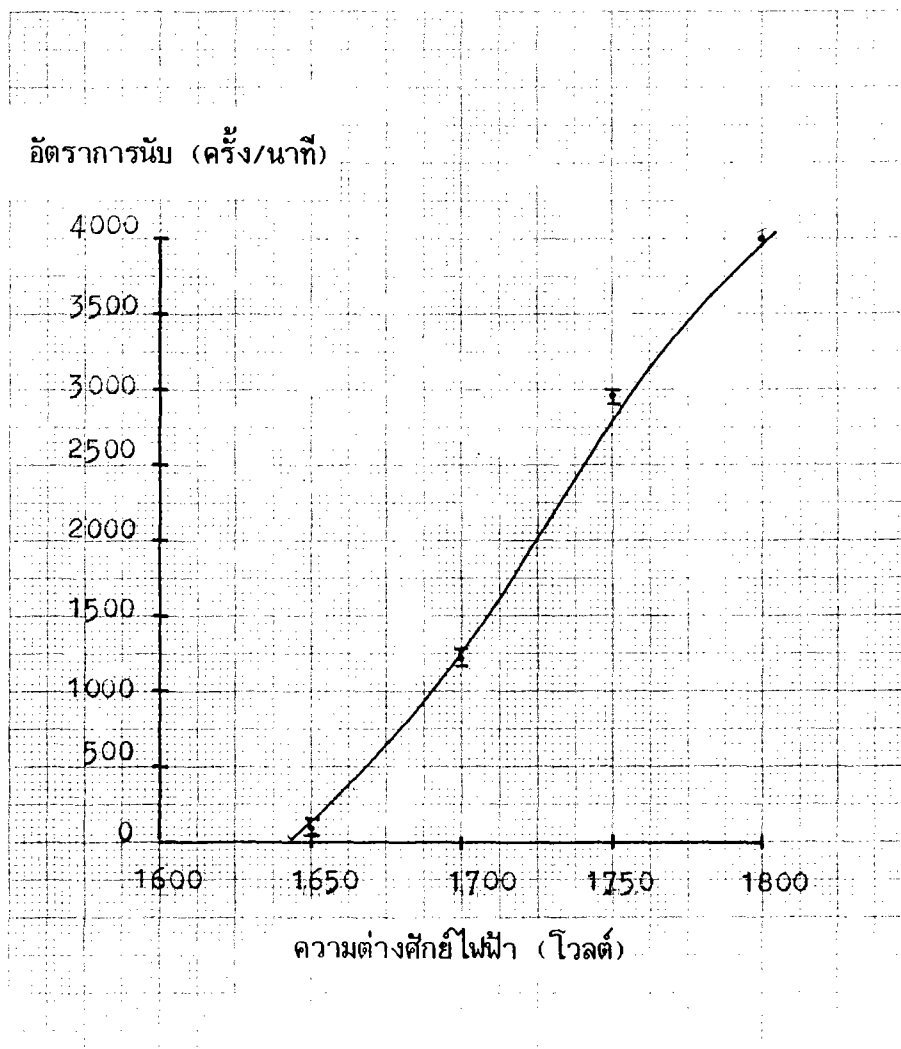
ภาพประกอบ 27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความตํ่าศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เค้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 5 %

ตาราง 5 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เค้นซึ่งแก้สในอัตราส่วน 5 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	
1650	110	105	104	97	115	110	108	112	118	95	107.4	2.71
1700	1144	1128	1094	1102	1070	1131	1174	1095	1129	1140	1121.1	29.92
1750	3014	2972	3020	2961	2991	2954	2926	2945	2966	2952	2970.1	30.03
1800	4009											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 150 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



ภาพประกอบ 28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เคาน์ติงแก๊สในอัตราส่วน 5 %

1.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีที่บรรจุแก๊สผสมในอัตราส่วนของ
เควินชิงแก๊ส 15 %

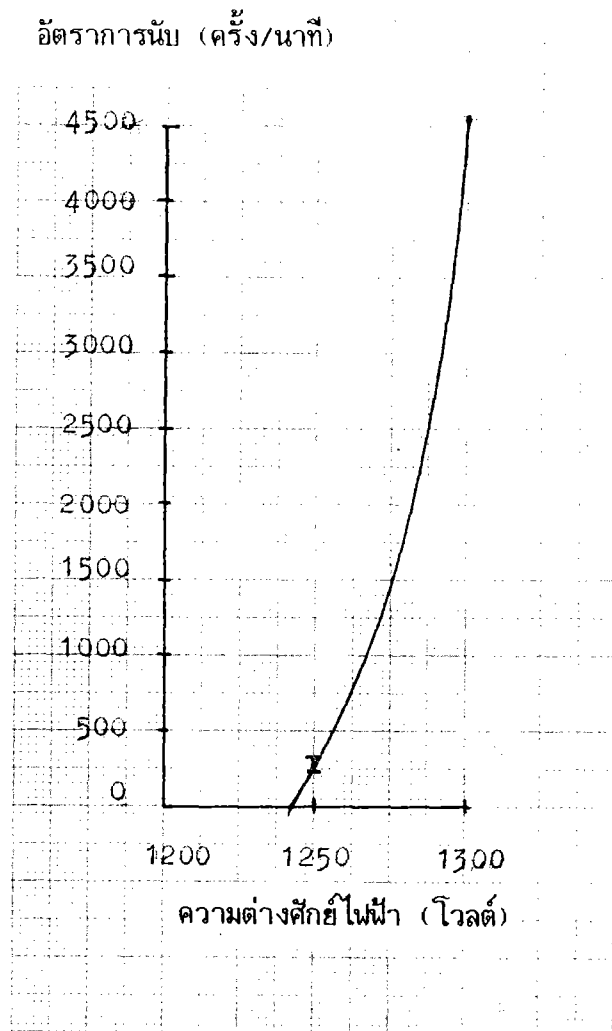
1.2.1. หัววัดรังสีที่บรรจุแก๊ส ที่ความดันภายในหัววัด 40 มิลลิเมตรของปรอท
ไม่ปรากฏอัตราการนับของหัววัดรังสี

1.2.2. หัววัดรังสีที่บรรจุแก๊ส ที่ความดันภายในหัววัด 80, 120, 160,
200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท ปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 6 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินชิงแก๊สในอัตราส่วน 15 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D.
1250	298	278	266	256	237	247	262	295	268	262	266.9	19.27
1300	4520											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 50 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



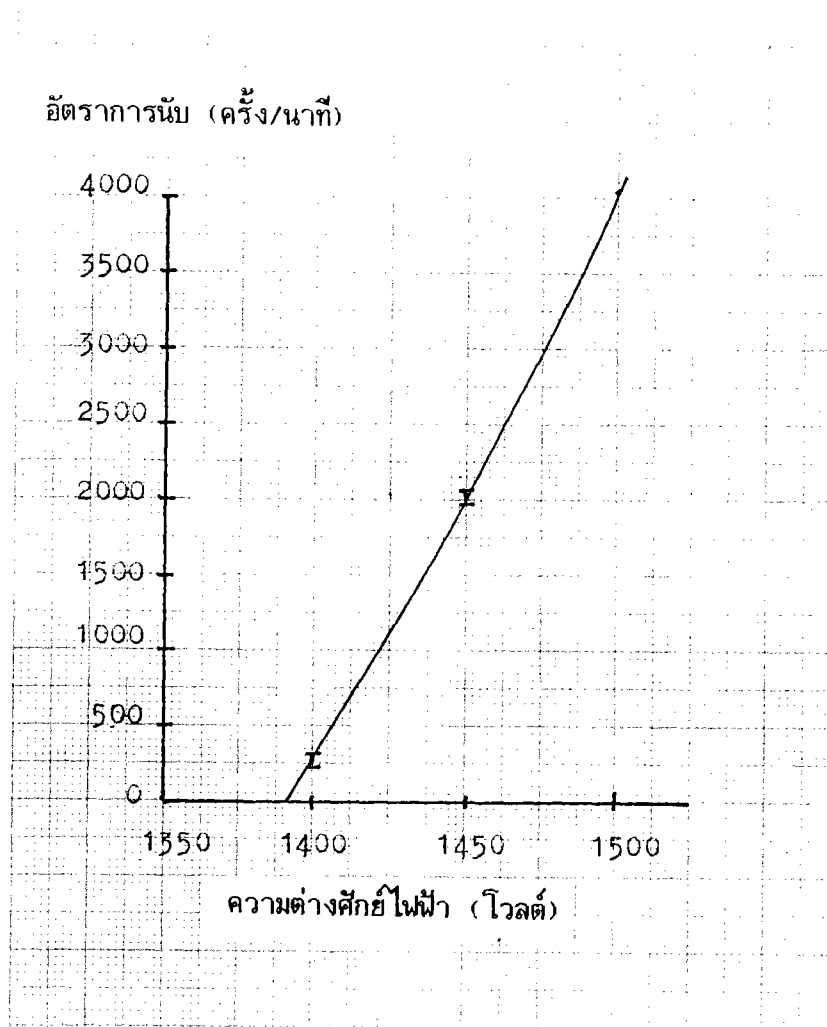
ภาพประกอบ 29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เคาน์ทิงแก๊สในอัตราส่วน 15 %

ตาราง 7 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ควันทิ้งแก๊สในอัตราส่วน 15 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	
1400	218	245	250	275	255	260	264	247	272	295	258.1	20.70
1450	2046	2026	2030	2025	1945	2048	2015	2030	2014	2029	2017.8	27.56
1500	4048											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 100 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



ภาพประกอบ 30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

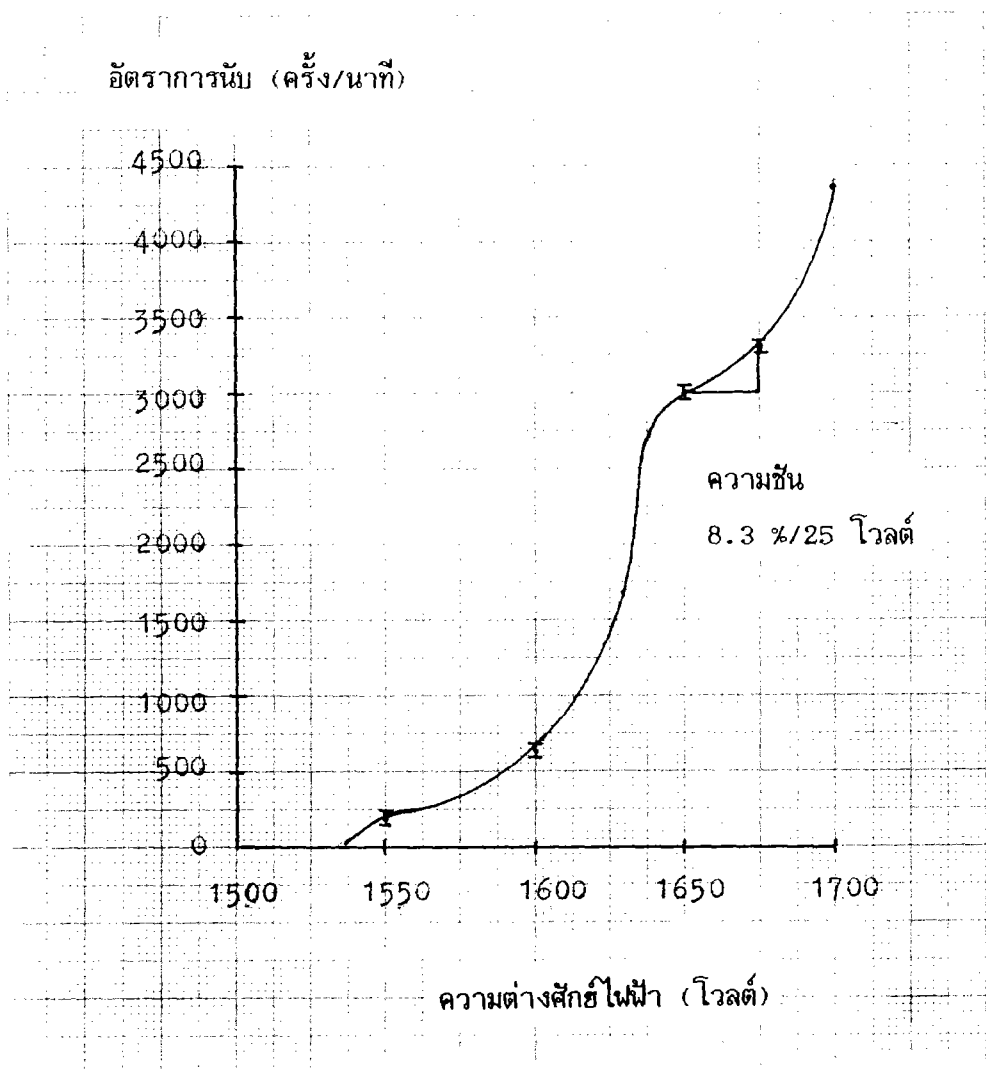
ณ ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เค้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 15 %

ตาราง 8 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ควันซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 15 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D.
1550	191	195	197	199	193	196	188	197	193	201	195	3.36
1600	606	620	605	645	640	655	624	662	669	654	638	23.02
1650	2955	2987	3003	3004	2969	2684	3042	2992	3046	3020	3000.2	29.40
1675	3010	3315	3330	3298	3320	3318	3300	3328	3325	3298	3313.3	12.90
1700	4384											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 150 โวลต์ ช่วงโด่งพลาโต 25 โวลต์ เริ่มต้นที่

ความต่างศักย์ไฟฟ้า 1650 ถึง 1675 โวลต์



ภาพประกอบ 31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตรากาหรณ์และความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เค้นซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 15 %

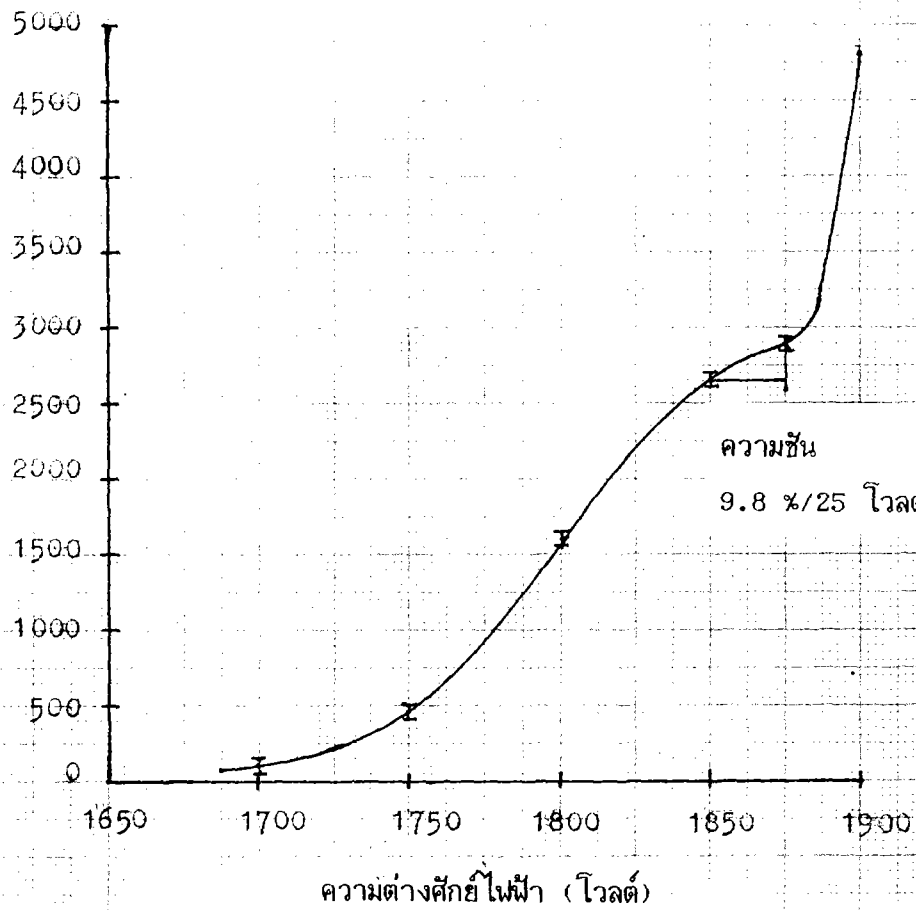
ตาราง 9 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เคาน์ซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 15 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D.
1700	112	130	134	130	135	127	135	152	136	131	132.2	9.86
1750	463	475	483	481	478	484	473	481	488	523	482.9	15.68
1800	1600	1535	1599	1598	1628	1610	1602	1618	1611	1605	1606.6	10.30
1825	2661	2670	2658	2672	2661	2666	2668	2663	2665	2671	2665.5	4.74
1850	2862	2874	2925	2901	2852	2905	2900	2919	2886	2904	2896.8	19.18
1900	4806											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 200 โวลต์ ช่วงโค้งพลาโต 25 โวลต์ เริ่มต้นที่

ความต่างศักย์ไฟฟ้า 1825 ถึง 1850 โวลต์

อัตราการนับ (ครั้ง/นาที)



ภาพประกอบ 32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

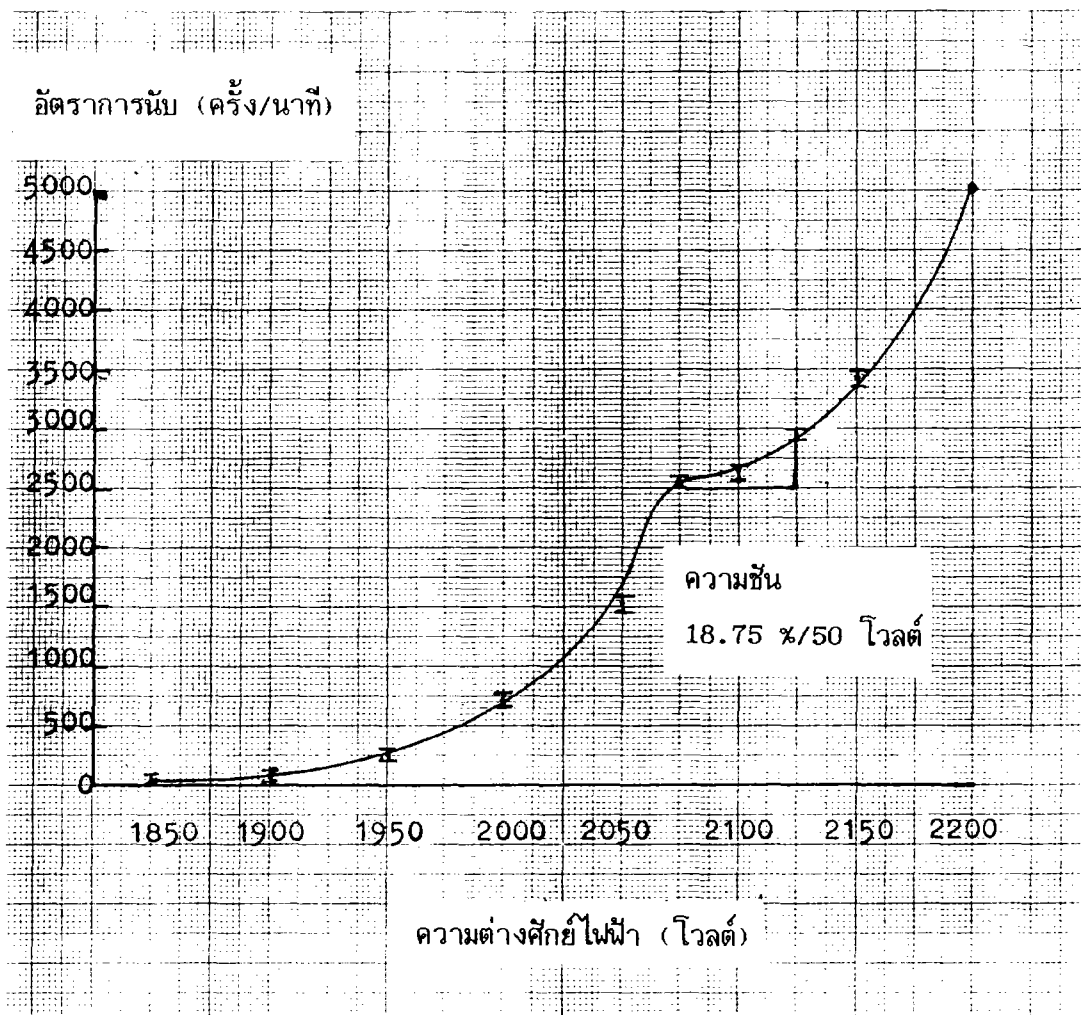
ณ ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เคาน์ติงแก๊สในอัตราส่วน 15 %

ตาราง 10 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เค้นชิงแก๊สในอัตราส่วน 15 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D.
1850	44	45	42	47	50	52	49	47	49	45	47	3.06
1900	92	92	99	84	97	101	95	95	94	98	94.7	4.75
1950	250	268	290	260	258	207	274	275	274	270	262.6	22.47
2000	728	694	710	704	711	665	714	712	704	689	703.1	17.22
2050	1552	1572	1582	1588	1518	1540	1465	1500	1485	1499	1524.1	45.83
2075	2562	2571	2550	2500	2571	2558	2566	2574	2560	2578	2567	9.52
2100	2639	2629	2663	2640	2620	2634	2640	2683	2696	2709	2655.3	30.80
2125	2994	2988	2990	2988	2993	2981	2990	2990	2987	2999	2986.7	4.98
2150	3449	3450	3443	3445	3482	3434	3404	3412	3441	3395	3435.5	25.26
2200	4787											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 250 โวลต์ ช่วงโค้งพลาโต 50 โวลต์ เริ่มต้นที่

ความต่างศักย์ไฟฟ้า 2075 ถึง 2125 โวลต์



ภาพประกอบ 33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้และความต่างศักย์ไฟฟ้า

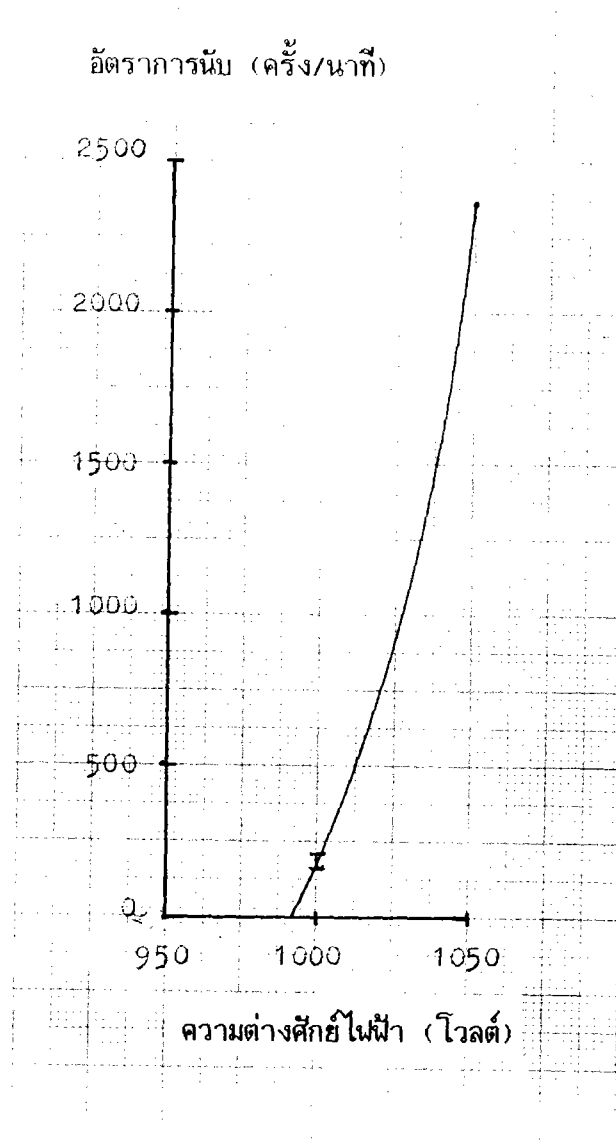
ณ ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 15 %

1.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีที่บรรจุแก๊สผสมในอัตราส่วนของ
เควินซึ่งแก๊ส 25 % ปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 11 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D.
1000	178	161	186	176	166	182	185	187	183	176	180	6.30
1050	2367											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 50 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



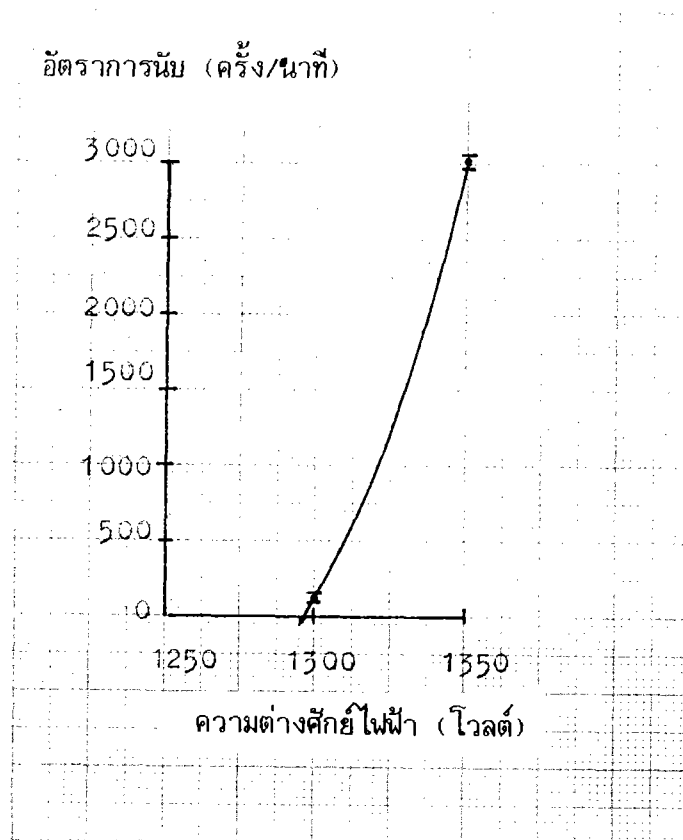
ภาพประกอบ 34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ตาราง 12 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ควีนซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	
1300	133	126	141	129	125	120	129	127	119	109	125.8	8.58
1350	3090											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 50 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



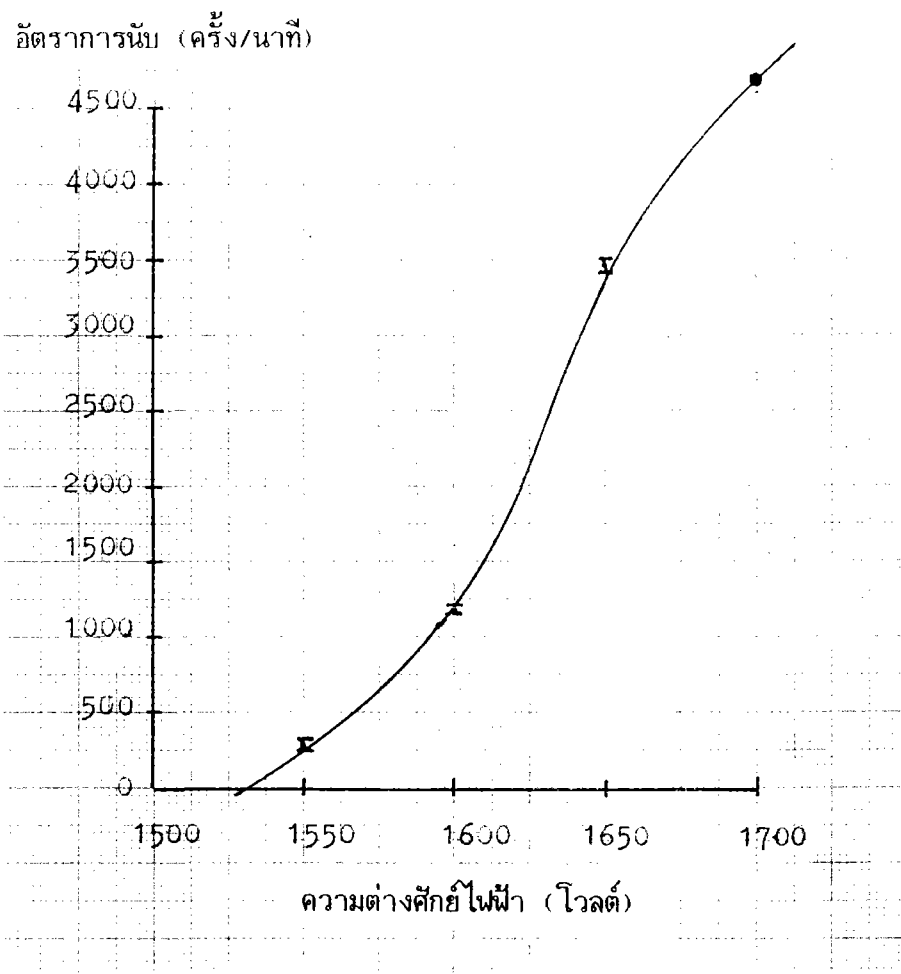
ภาพประกอบ 35 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินเชิงแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ตาราง 13 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D.
1550	225	235	248	252	248	253	259	242	244	223	242.9	11.90
1600	1176	1162	1158	1175	1197	1199	1184	1193	1162	1189	1179.3	15.21
1650	3411	3420	3393	3545	3413	3423	3540	3520	3565	3443	3475.6	99.40
1700	4659											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 150 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



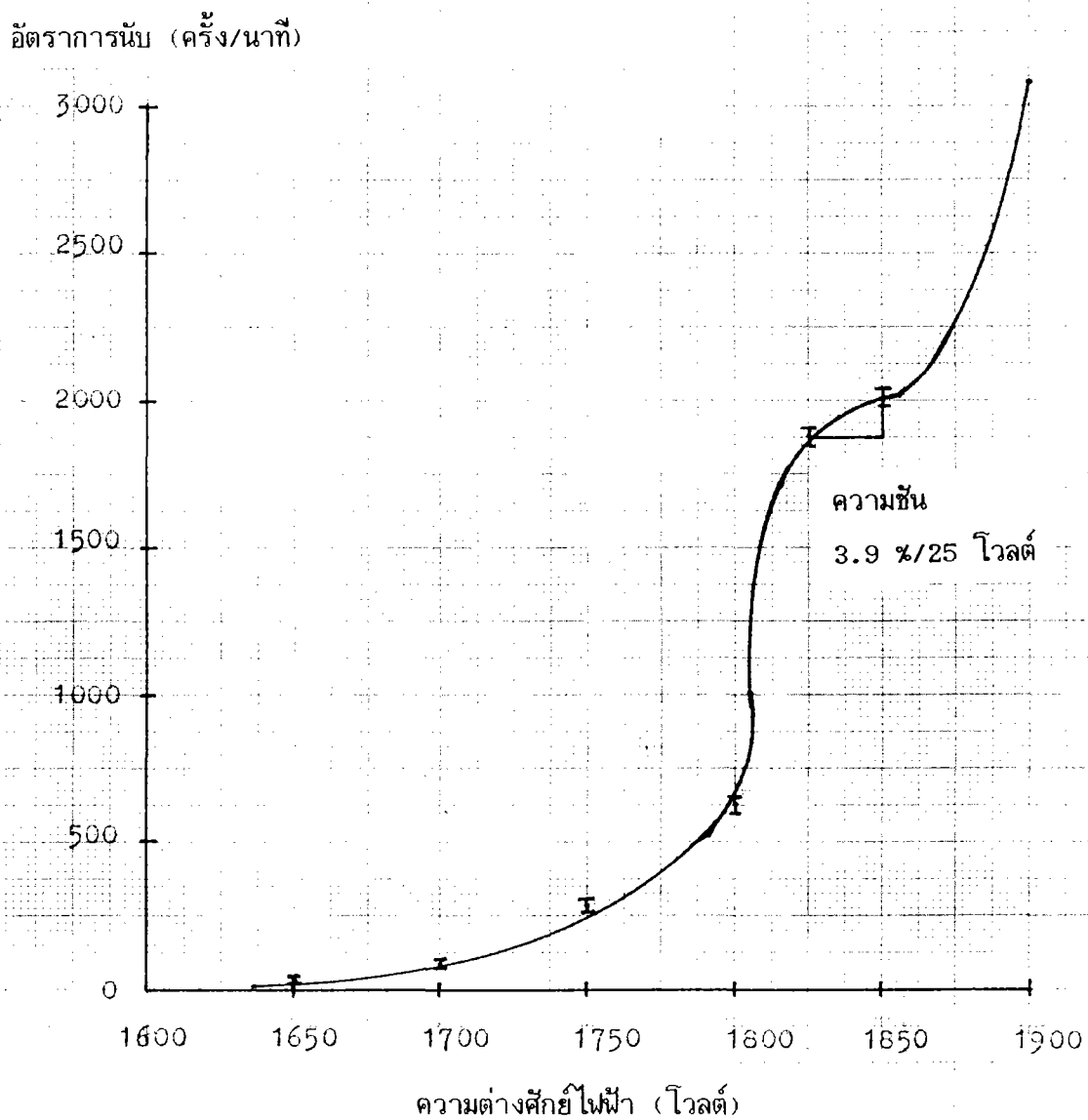
ภาพประกอบ 36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เคาน์ติงแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ตาราง 14 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินเชิงแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	
1650	42	45	43	44	38	40	47	39	44	46	42.8	2.99
1700	85	84	82	85	86	88	86	93	91	79	85.9	4.04
1750	331	295	291	282	281	290	277	320	285	326	297.8	20.07
1800	677	737	664	642	620	654	671	595	601	603	646.4	43.96
1850	1854	1895	1921	1945	1879	1868	1847	1866	1839	1901	1881.5	33.87
1875	2010	2019	2020	2005	1999	2012	2017	2008	2014	2015	2016.9	6.57
1900	3079											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 250 โวลต์ ช่วงโด่งพลาโต 25 โวลต์ เริ่มต้นที่
ความต่างศักย์ไฟฟ้า 1850 ถึง 1875 โวลต์



ภาพประกอบ 37 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

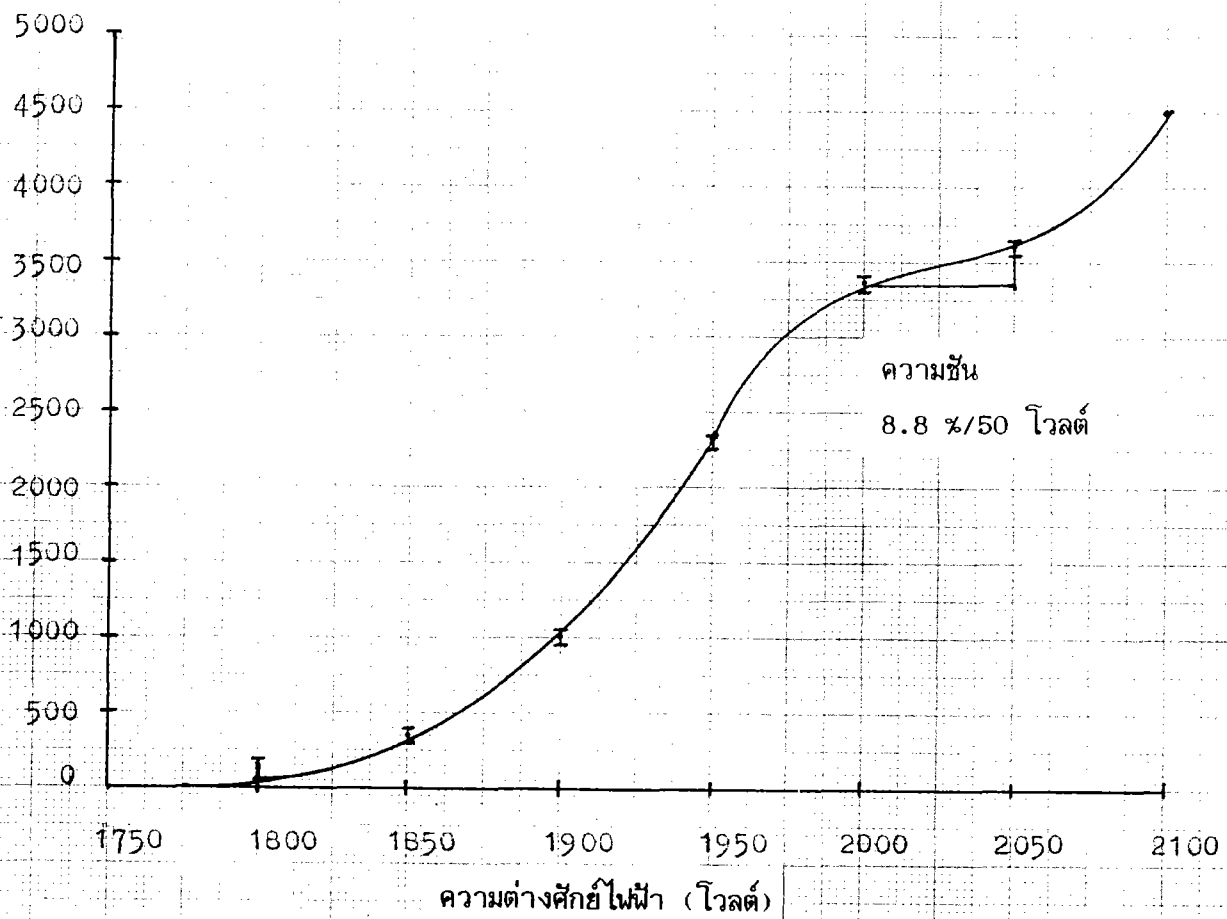
ณ ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ตาราง 15 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ควันซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D.
1800	126	124	128	135	133	143	151	130	148	137	135.5	9.25
1850	349	344	346	356	354	355	357	357	364	359	354.1	6.12
1900	978	1018	999	1012	1020	1014	1012	1010	1015	1000	1007.8	12.51
1950	2244	2333	2339	2260	2257	2329	2257	2272	2214	2340	2311.5	45.78
2000	3504	3469	3488	3493	3500	3483	3479	3487	3434	3488	3482.5	19.39
2050	3660	3643	3672	3668	3658	3666	3604	3672	3658	3666	3656.7	20.41
2100	4502											

ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 300 โวลต์ ช่วงโค้งพลาโต 50 โวลต์ เริ่มต้นที่
ความต่างศักย์ไฟฟ้า 2000 ถึง 2050 โวลต์

อัตราการนับ (ครั้ง/นาที)



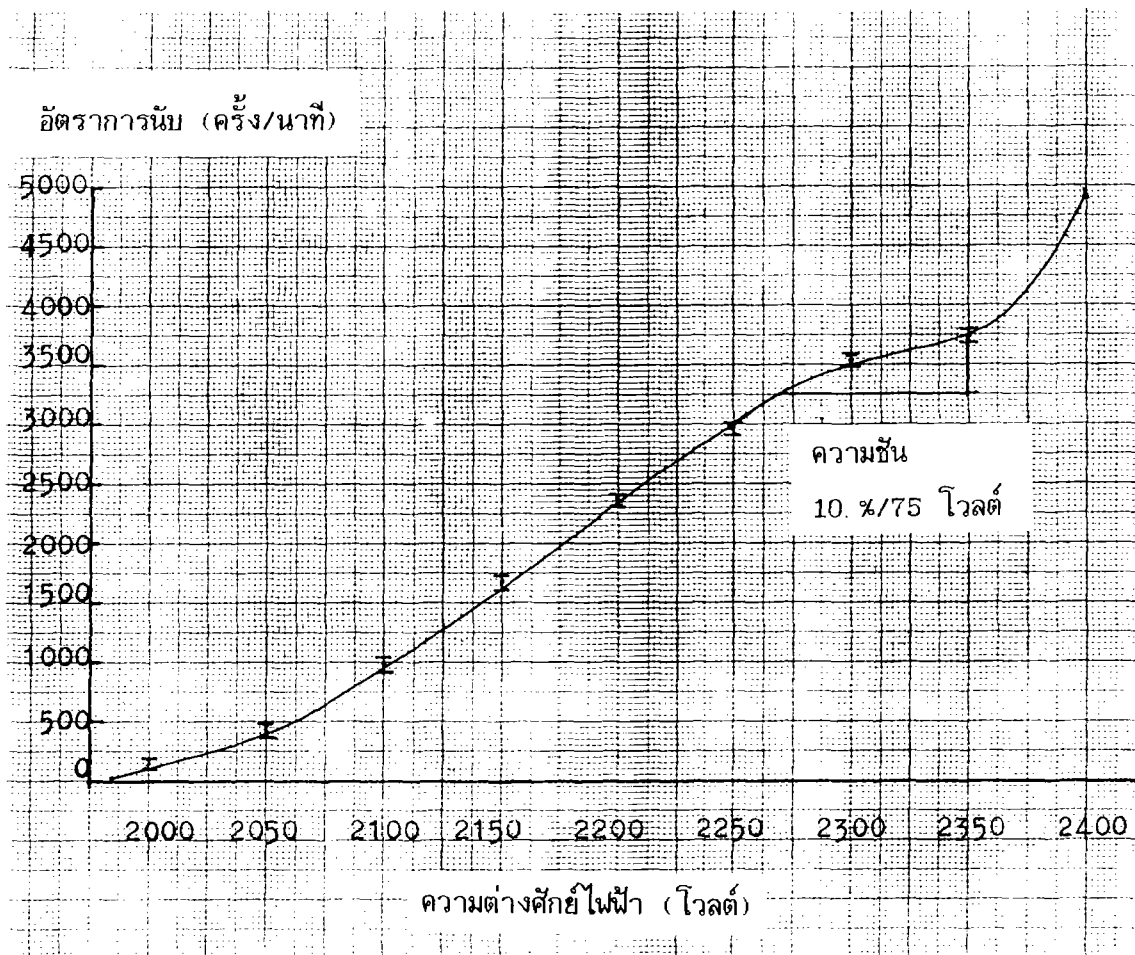
ภาพประกอบ 38 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความตํ่าศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เค้นชิงแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ตาราง 16 แสดงอัตราการนับ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ณ ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ควันซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 25 %

ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง / นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D.
2000	134	122	129	142	156	152	147	162	150	164	145.8	13.97
2050	461	418	430	438	421	442	434	440	439	447	437.0	12.43
2100	1006	1001	1017	1023	1015	1020	937	1003	1007	1003	1004.3	24.67
2150	1706	1695	1711	1656	1662	1658	1641	1639	1655	1660	1668.3	26.04
2200	2385	2400	2408	2395	2378	2388	2363	2380	2378	2378	2385.3	12.98
2250	3014	2998	2967	2984	2986	2977	2946	3010	3021	2986	2988.9	22.83
2275	3361	3340	3355	3359	3348	3350	3355	3356	3351	3353	3352.8	5.99
2300	3532	3548	3546	3547	3559	3522	3544	3549	3553	3568	3547.0	12.85
2350	3789	3778	3788	3763	3788	3702	3775	3745	3738	3726	3751.2	30.17
2400	4908											

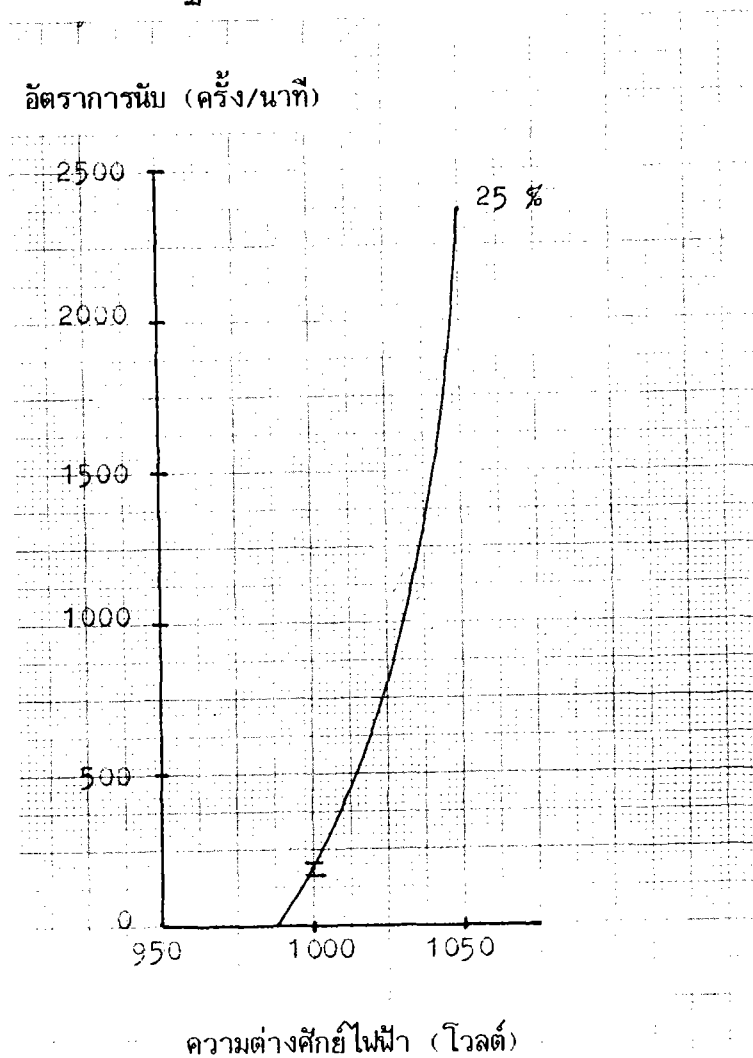
ผลการทดลอง มีช่วงการทำงาน 400 โวลต์ ช่วงโค้งพลาโต 75 โวลต์ เริ่มต้นที่
ความต่างศักย์ไฟฟ้า 2275 ถึง 2350 โวลต์



ภาพประกอบ 39 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เคาน์ติงแก๊สในอัตราส่วน 25 %

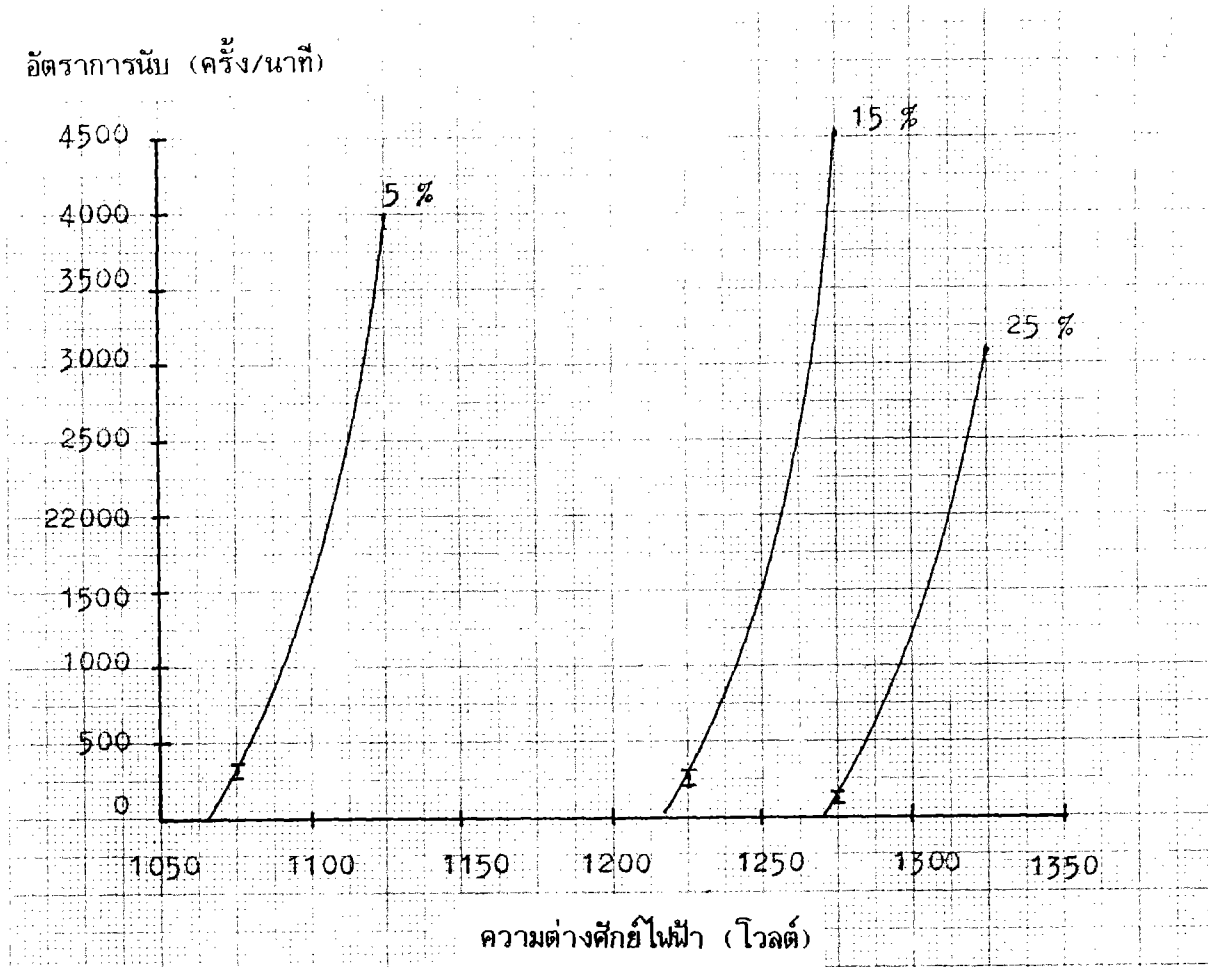
จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีทั้ง 3 อัตราส่วนดังกล่าวเมื่อนำกราฟของแต่ละอัตราส่วนมาเปรียบเทียบกันเพื่อให้เห็นความแตกต่างของการทำงานของหัววัดรังสี โดยเปรียบเทียบระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ที่ความดันเดียวกัน แต่ใช้ควีนซิ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน ซึ่งปรากฏผลดังนี้



ภาพประกอบ 40 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

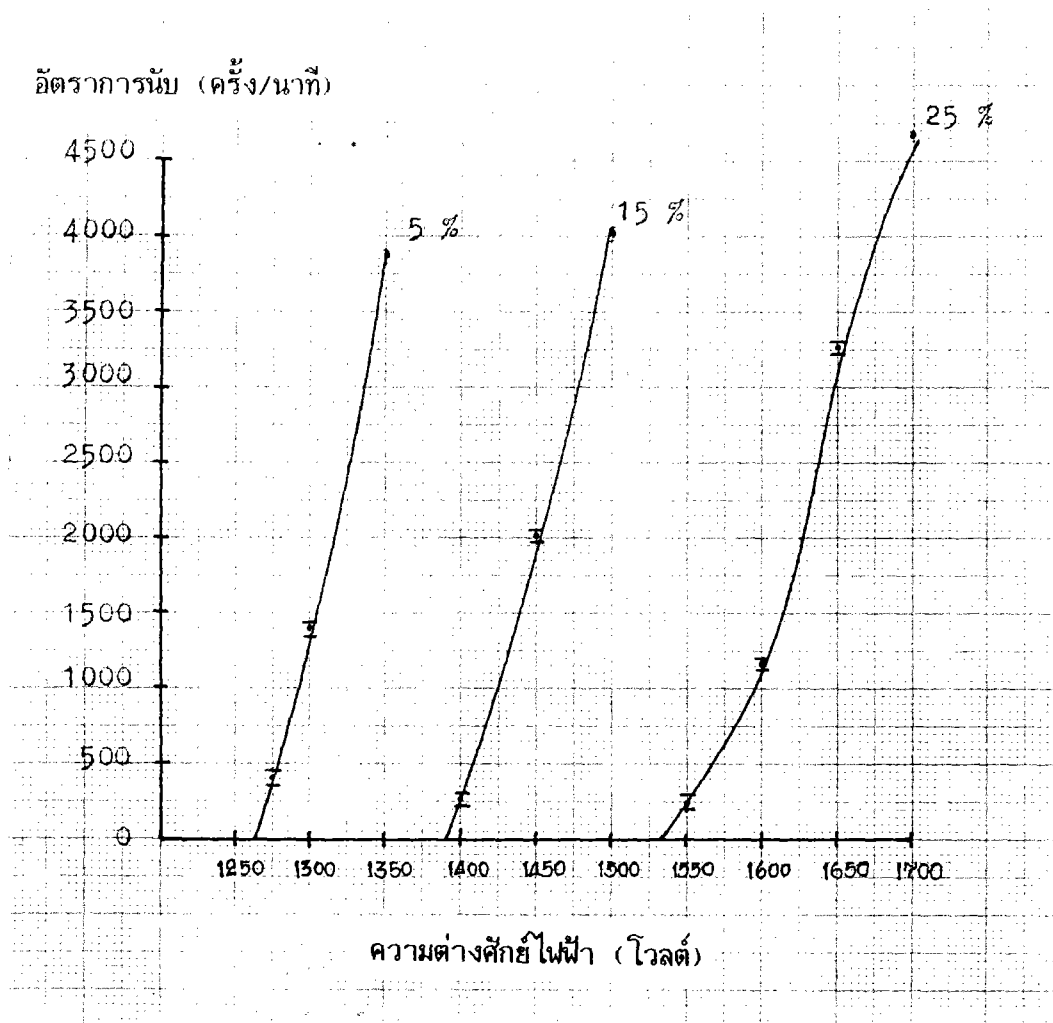
ณ ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้ควีนซิ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน

หมายเหตุ หัววัดรังสีที่ใช้ควีนซิ่งแก๊สในอัตราส่วน 5 % และ 15 % ไม่ปรากฏอัตราการนับ



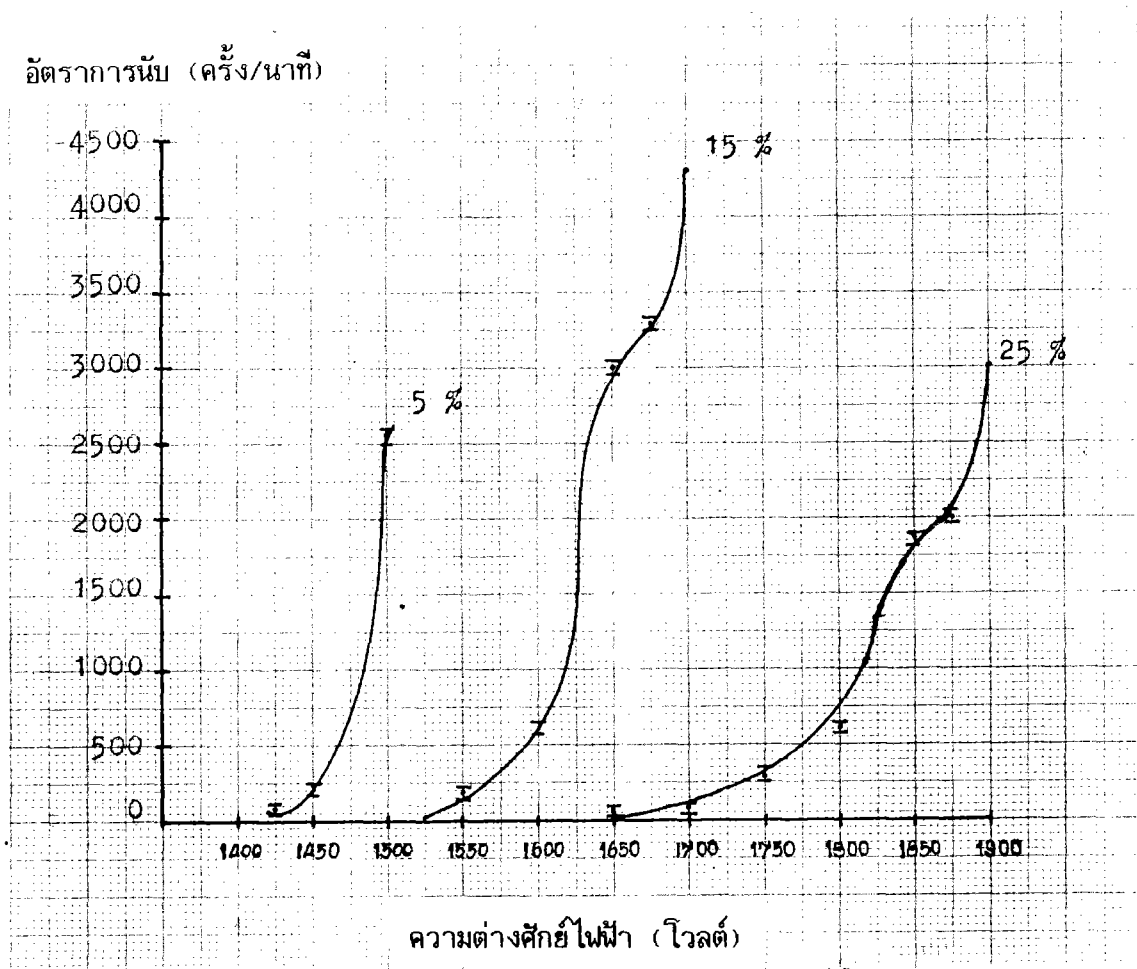
ภาพประกอบ 41 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เคาน์ติงแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน



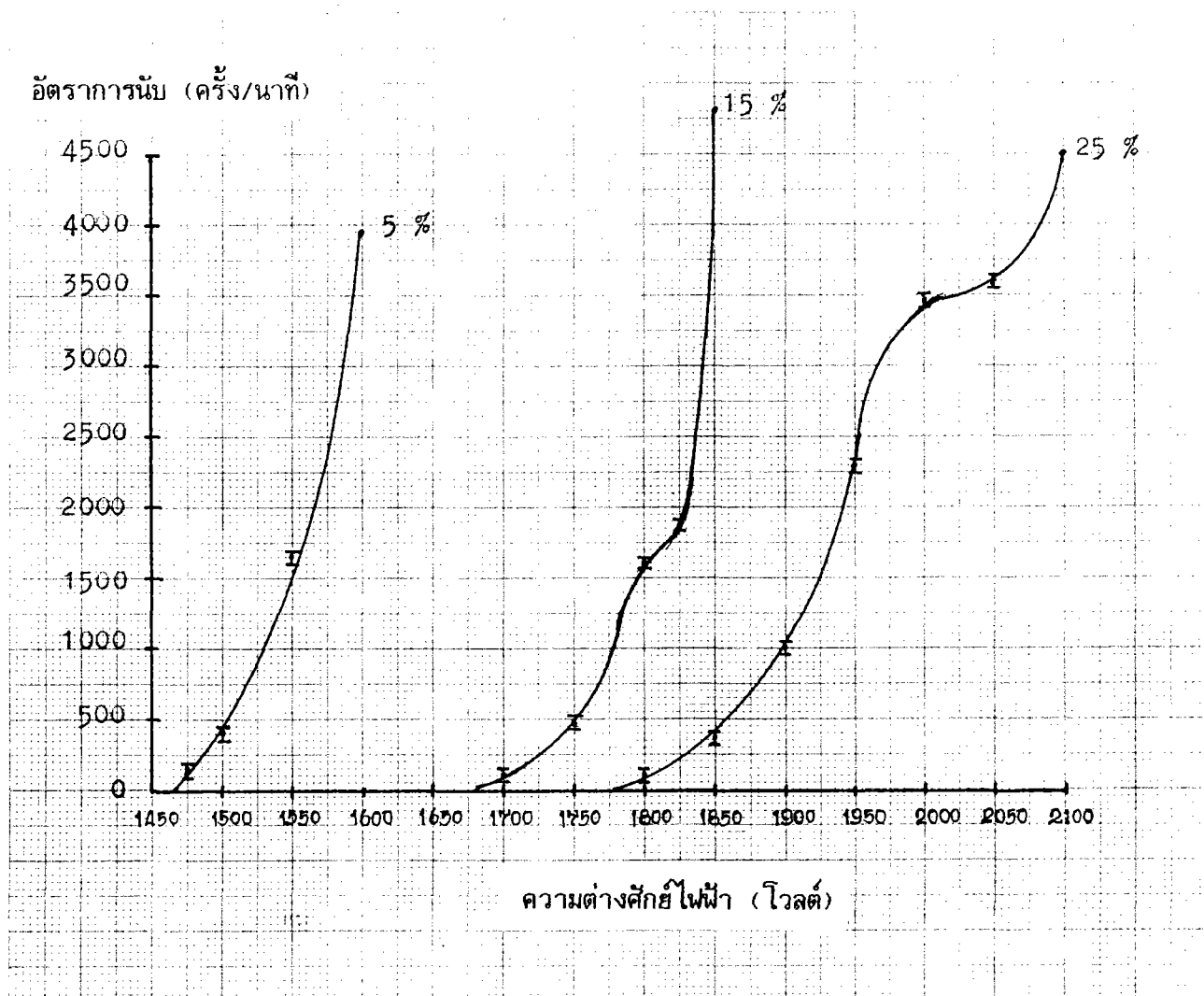
ภาพประกอบ 42 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินเชิงแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน



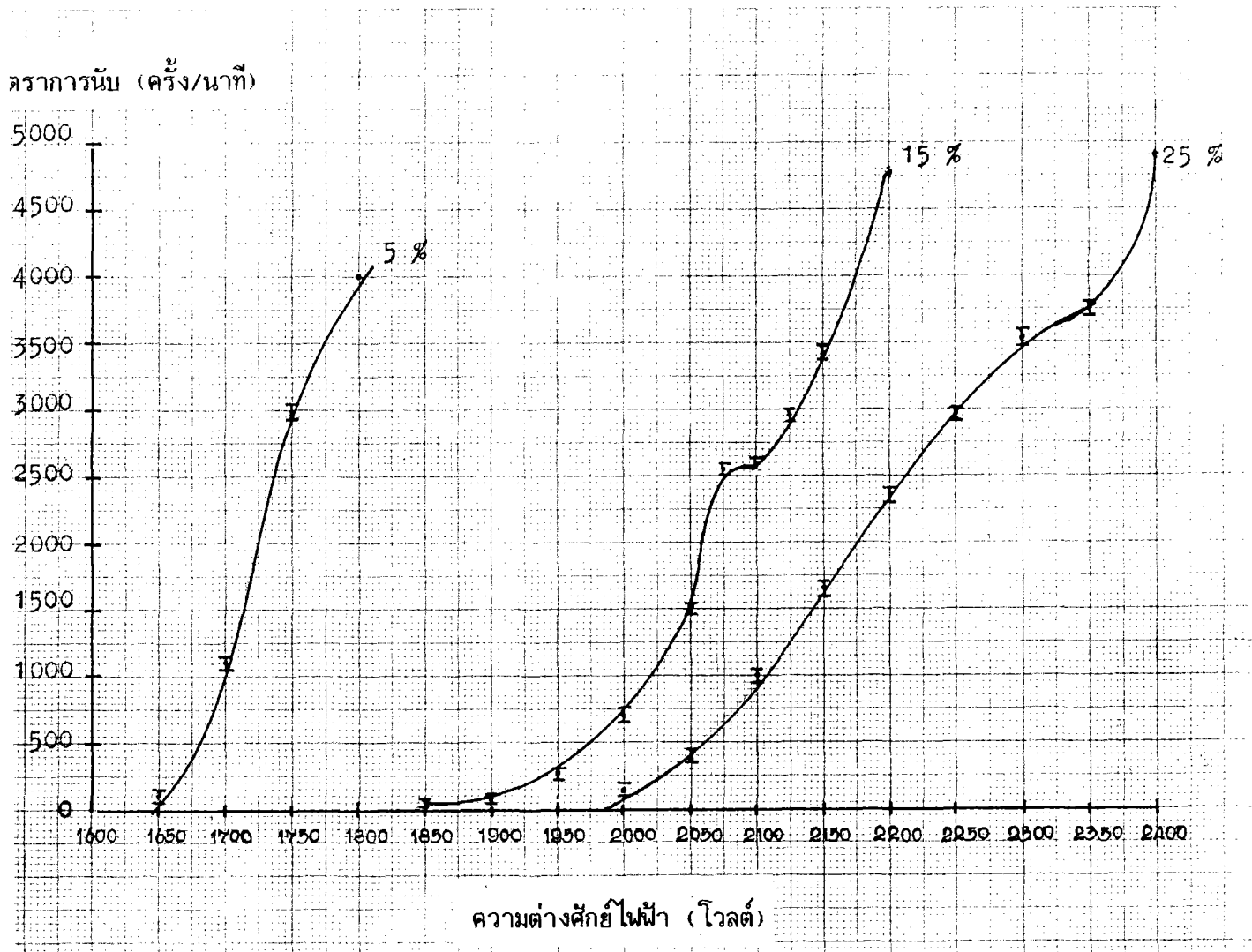
ภาพประกอบ 43 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน



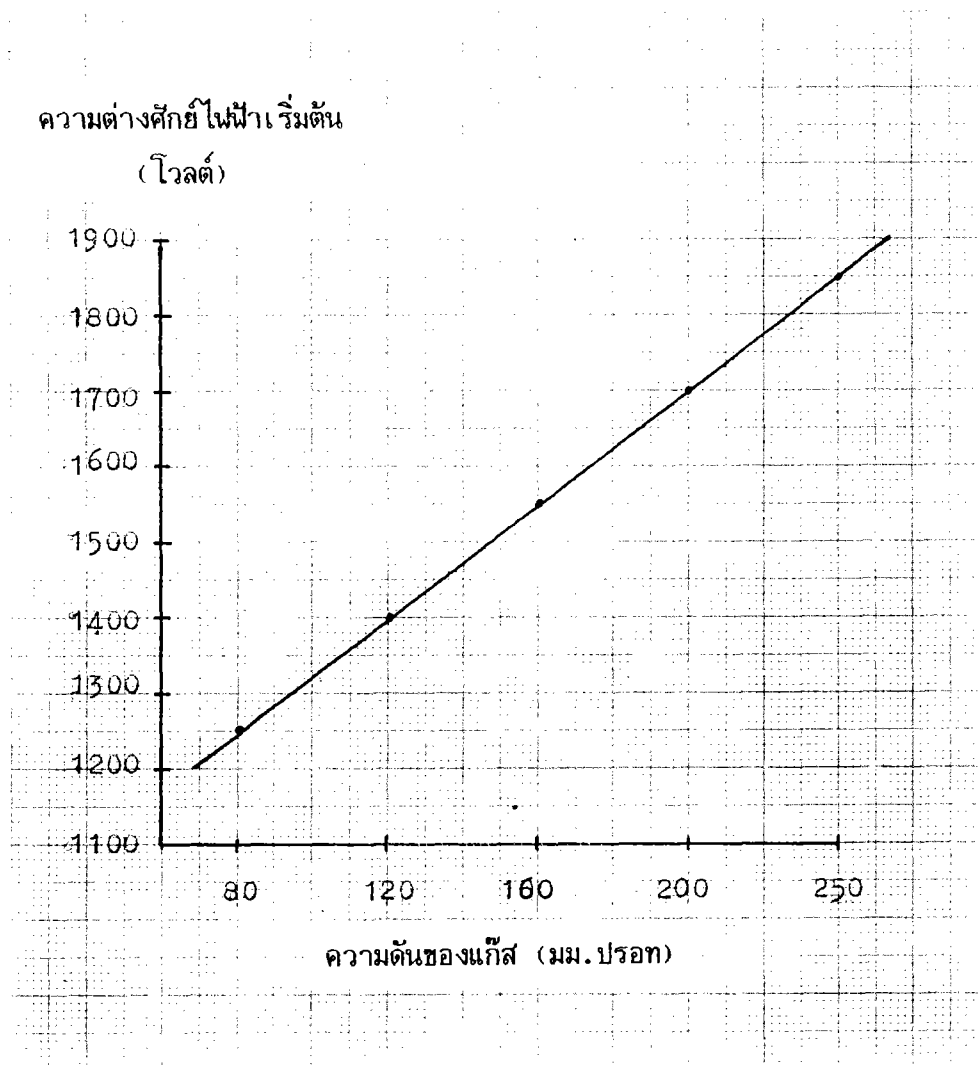
ภาพประกอบ 44 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราความถี่และความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน



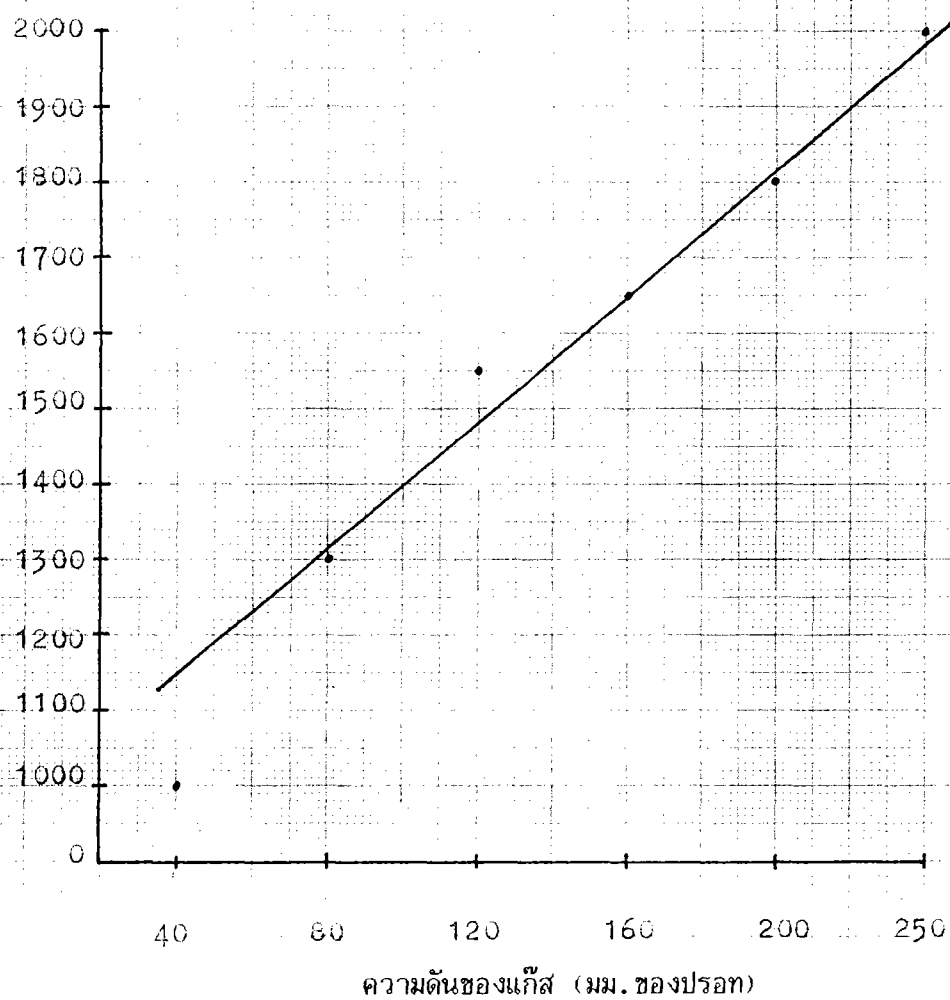
ภาพประกอบ 45 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า

ณ ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท ที่ใช้เควินซิ่งแก๊สในอัตราส่วนที่ต่างกัน



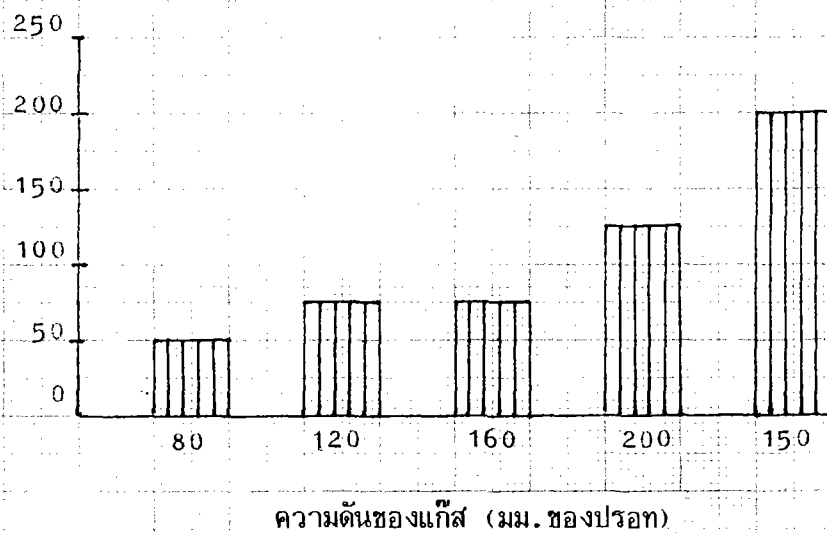
ภาพประกอบ 47 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นของ
การทำงานของหลอดและความดันของแก๊สภายในหลอดรังสี ที่มีความดันต่างกัน ใช้ควีนซิ่งแก๊สใน
อัตราส่วน 15 %

ความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้น
(โวลต์)



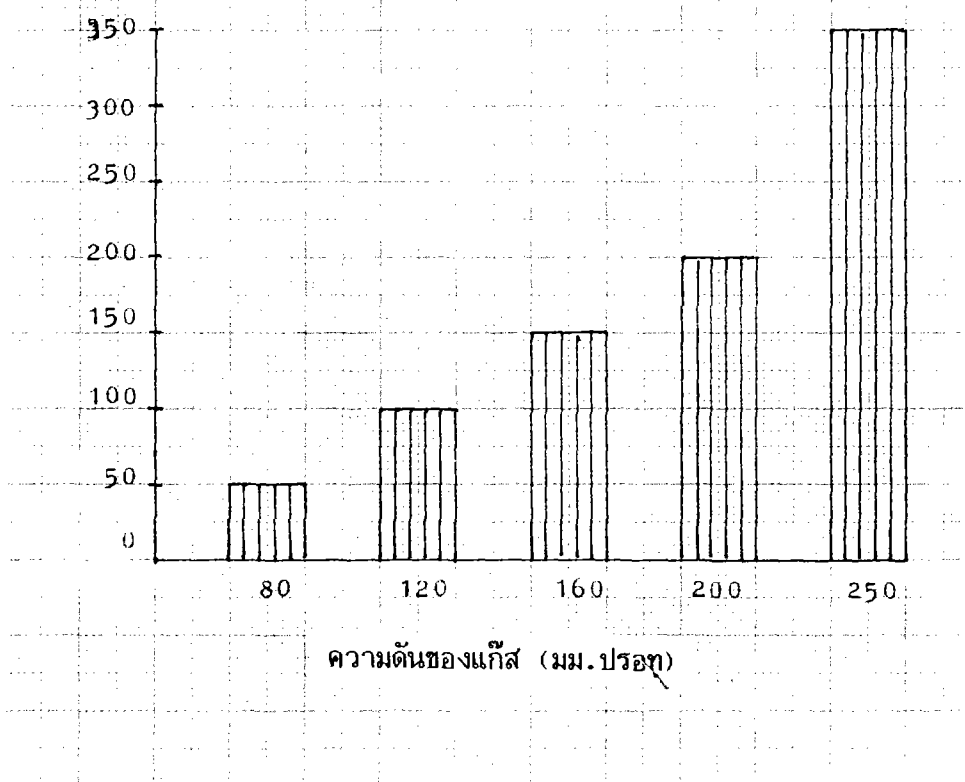
ภาพประกอบ 48 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นของ
การทำงานของหลอดและความดันของแก๊สภายในหลอดรังสี ที่มีความดันต่างกัน ใช้เค้นซึ่งแก๊ส
ไนโอตราส่วน 15 %

ช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าของ
การทำงานของหัววัด (โวลต์)



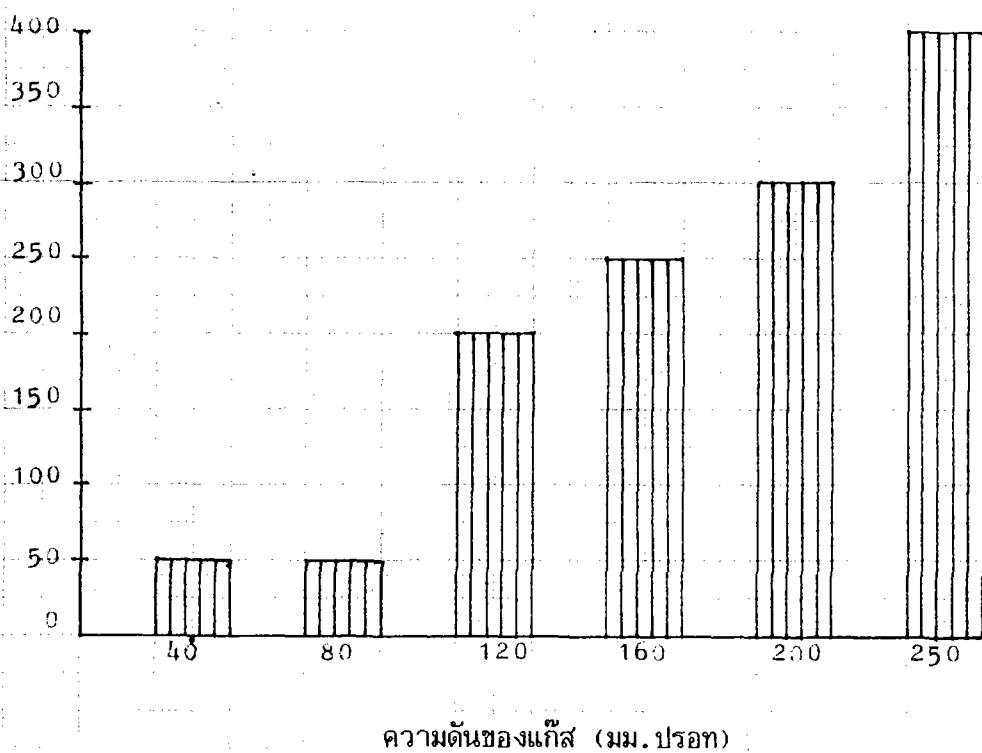
ภาพประกอบ 49 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าของการทำงานของหัววัดและความดันของแก๊สภายในหัววัดรังสี ที่มีความดันต่างกัน ใช้เควินซึ่งแก๊สในอัตราส่วน 5 %

ช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าของ
การทำงานของหัววัด (โวลต์)



ภาพประกอบ 50 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าของการทำงานของหัววัดและความดันของแก๊สภายในหัววัดรังสี ที่มีความดันต่างกัน ใช้เควินซึ่งแก๊สไนโตรเจน 15 %

ช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าของ
การทำงานของหัววัด (โวลต์)



ภาพประกอบ 51 กราฟแสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าของการทำงานของหัววัดและความดันของแก๊สภายในหัววัดรังสี ที่มีความดันต่างกัน ใช้แก๊สไนโตรเจน 25 %

2. ผลการทดลองจากการนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน

2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

t แทน การแจกแจงแบบ t - distribution

กลุ่มทดลอง แทน นิสิตที่ได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย

กลุ่มควบคุม แทน นิสิตที่ได้รับการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	7	7.14	1.14	3.918**
กลุ่มควบคุม	6	4.67	1.47	

$t (.01, 11) = 3.106$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 17 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ นิสิตที่ได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยายและแบบใช้ภาพประกอบการบรรยายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2.2.2 เปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	7	88.14	12.48	2.276*
กลุ่มควบคุม	6	80.67	59.47	

t (.05,11) = 2.201 ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 18 แสดงว่าเจตคติทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ นิสิตที่ได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยายและแบบใช้ภาพประกอบการบรรยายมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของหัววัดรังสี และส่วนของการนำหัววัดรังสีที่สร้างขึ้นนี้ไปใช้ประกอบการสอน ดังนั้นในขั้นการสรุปผลการทดลองจึงแบ่งออกได้เป็นสองส่วน ดังนี้

1. การสรุปผลการศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี

1.1 ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1.1.1 เพื่อสร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มูลเลอร์ ซึ่งใช้วัสดุที่ทำได้ภายในประเทศ โดยทดลองหาอัตราส่วนของ ไอออนไนซิ่งแก๊สกับเค้นซึ่งแก๊สและความดันของแก๊สภายในหัววัดที่ทำให้หัววัดรังสีมีประสิทธิภาพในการทำงานมากที่สุด

1.2 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1.2.1 สร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มูลเลอร์ โดยใช้วัสดุภายในประเทศ จำนวน 30 หัววัดและทำการบรรจุแก๊สผสมของไอออนไนซิ่งแก๊ส (อาร์กอน) และเค้นซึ่งแก๊ส (มีเทน) แตกต่างกัน 3 อัตราส่วนคือ

ไอออนไนซิ่งแก๊ส	เค้นซึ่งแก๊ส
95 %	5 %
85 %	15 %
75 %	25 %

ในแต่ละอัตราส่วนบรรจุแก๊สเข้าในหัววัดที่ความดัน 40, 80, 120, 160, 200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท ความดันละ 2 หัววัด

1.2.2 นำหัววัดรังสีที่บรรจุแก๊สเรียบร้อยแล้วไปศึกษาประสิทธิภาพการนับ บันทึกอัตราการนับหัวละ 10 ค่า ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า หาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ของอัตราการนับเพื่อนำไปใช้ในการเขียนกราฟ

1.2.3 สรุป วิเคราะห์ข้อมูล หาช่วงโค้งพลาโตจากกราฟที่ได้

1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.3.1 ศึกษาอัตราการนับ ความต่างศักย์ไฟฟ้า เริ่มต้นของการทำงานของหัววัด และโค้งพลาโตของหัววัดรังสีแต่ละหัว

1.3.2 หาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากอัตราการนับของหัววัด รังสีก่อนที่จะนำข้อมูลไปเขียนกราฟ

1.4 สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1.4.1 หัววัดรังสีที่บรรจุเควินซึ่งแก๊ส 5 % ส่วนมากสามารถใช้งานได้ ยกเว้นที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท หัววัดรังสีทุกหัวที่ทำงานได้นั้นมีช่วงการทำงานสั้นและไม่มีช่วงโค้งพลาโต

1.4.2 หัววัดรังสีที่บรรจุเควินซึ่งแก๊ส 15 % ส่วนมากสามารถใช้งานได้ ยกเว้นที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท หัววัดที่มีความดัน 160 และ 200 มิลลิเมตรของปรอท มีช่วงโค้งพลาโต 25 โวลต์ ส่วนหัววัดที่มีความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอทมีช่วงโค้งพลาโต 50 โวลต์และมีช่วงการทำงานยาวที่สุด (เฉพาะในกลุ่มอัตราส่วน 15 %) ส่วนหัววัดอื่น ๆ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต

1.4.3 หัววัดรังสีที่บรรจุเควินซึ่งแก๊ส 25 % หัววัดรังสีทุกหัวสามารถใช้งานได้ หัววัดรังสีที่มีช่วงการทำงานยาวที่สุดที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท และมีช่วงโค้งพลาโต 75 โวลต์ ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท มีช่วงการทำงานรองลงมามีช่วงโค้งพลาโต 50 โวลต์ และที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท มีช่วงโค้งพลาโต 25 โวลต์ ส่วนหัววัดอื่น ๆ นั้น ไม่ปรากฏช่วงโค้งพลาโตแต่สามารถใช้งานได้

1.4.4 ความต่างศักย์ไฟฟ้า เริ่มต้นของการทำงาน และช่วงการทำงานของ หัววัดจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของเควินซึ่งแก๊สที่ใช้บรรจุและความดันของแก๊สที่เพิ่มขึ้นในหัววัด

2. สรุปผลการทดลองการนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน

2.1 ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

2.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยายและการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.1.2 เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยายและการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.2 สมมติฐานในการค้นคว้าวิจัย

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

2.2.2 เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

2.3 วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

2.3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร จำนวน 13 คน กำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการจับฉลาก

2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.3.2.1 หัววัดรังสีที่มีประสิทธิภาพในการทำงานดี

2.3.2.2 แผนการสอนเรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" 2 แผน

- แผนการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย

- แผนการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่องกัมมันตภาพรังสี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 16 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.671

2.3.2.4 แบบสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบสอบวัดที่มีตัวเลือก 5 ระดับ จำนวน 21 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.902

2.3.3 วิธีการทดลอง

2.3.3.1 ทดสอบก่อนการเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.3.2 ทำการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนเองทั้งสองกลุ่ม ระยะเวลาการสอนกลุ่มละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที

- กลุ่มทดลองใช้การสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย
- กลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.3.3.3 เมื่อสิ้นสุดการสอนแล้วทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

2.3.3.4 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

2.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent

2.3.4.2 เปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent

2.3.5 สรุปการศึกษาค้นคว้า

2.3.5.1 นิสิตที่ได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยายกับนิสิตที่ได้รับการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3.5.2 นิสิตที่ได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยายกับนิสิตที่ได้รับการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยายมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

1. จากการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของหัตถ์รังสี พบว่า เมื่ออัตราส่วนของ แคว้นซึ่งแก๊สเพิ่มขึ้นทำให้ช่วงกว้างของการนับเพิ่มขึ้นตามความดันของแก๊สของหัตถ์รังสี เป็นสิ่งที่ ควรจะได้รับการพัฒนามาใช้ประโยชน์เพื่อให้ได้หัตถ์ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ เรา สามารถที่จะเลือกบรรจุแก๊สเข้าในหัตถ์ตามความเหมาะสมที่ต้องการจะใช้ในแต่ละลักษณะของ งาน เช่นถ้าจะใช้หัตถ์ประกอบการสอนก็ต้องคำนึงความปลอดภัยของผู้เรียน การบรรจุแก๊สก็ใช้ที่ ความดันต่ำเพราะมีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า เริ่มต้นของการทำงานของหัตถ์ต่ำลงมาด้วย ถ้าบรรจุ แก๊สที่ความดันสูง ๆ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า เริ่มต้นการทำงานของหัตถ์ก็จะสูงตามขึ้นไปด้วยซึ่งอาจ จะเป็นอันตรายได้ ปัญหานี้เป็นแนวทางสำคัญของการพัฒนาหัตถ์รังสีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพราะ ถ้าสามารถแก้ปัญหา เรื่องการลดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า เริ่มต้นของการทำงานของหัตถ์ที่ระดับความดัน สูง ๆ ลงมาได้แล้วการพัฒนาหัตถ์รังสีก็จะมีขอบเขตในการนำไปใช้ประโยชน์กว้างขวางยิ่งขึ้นซึ่ง อาจจะนำมาใช้ออกแบบสร้างเครื่องตรวจวัดรังสีสำหรับใช้ในการสำรวจในพื้นที่ต่าง ๆ ได้ด้วย เพราะเท่าที่ผู้วิจัย ได้ศึกษาเห็นว่าความต่างศักย์ไฟฟ้า เริ่มต้นของการทำงานของหัตถ์รังสีทุกอัตรา ส่วนผสมและทุกความดันยังสูงเกินไปสำหรับที่จะใช้ออกแบบเพื่อการสำรวจเพราะมีอุปสรรคในการ ออกแบบสร้างเครื่องจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงที่จ่ายให้กับหัตถ์ ดังนั้นตามผลการวิจัยครั้งนี้จะเห็นว่าถ้า ใช้เพื่อการศึกษาที่มหาวิทยาลัยรังสีในห้องปฏิบัติการจะมีความเหมาะสมมากกว่า

2. เทคนิคบางประการของการสร้างหัตถ์รังสีนั้นจะต้องได้รับการฝึกฝนที่ต้องใช้เวลา มากพอสมควรกล่าวคือ คุณสมบัติเบื้องต้นของผู้ที่จะสร้างหัตถ์รังสีแบบที่ใช้แก้ว เช่นงานวิจัยนี้แล้ว จะต้องเป็นผู้ที่มีทักษะในการเป่าแก้วมาพอสมควร เพราะเป็นทักษะที่สำคัญในการสร้างเป็นอย่างมาก การเตรียมคู่อิเล็กโตรดของหัตถ์รังสีก็มีความสำคัญโดยจะต้องสร้างให้เรียบมากที่สุด เพราะถ้าหากผิวขรุขระและมีความแหลมคมจะทำให้เกิดโคโรนาดีสชาร์จภายในหัตถ์ และแผ่น อิเล็กโตรดจะต้องสะอาดปราศจากคราบสกปรก ถ้าหากมีคราบสกปรกเกาะติดแล้ว การดูดอากาศ ออกจากหัตถ์ให้หมดจะทำได้ยากและจะทำให้ความดันภายในหัตถ์หลังการบรรจุแก๊สเปลี่ยนไปด้วย

เนื่องจากมีอากาศเกาะอยู่ที่คราบสกปรกซึมหลุดออกมา เทคนิคที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การเชื่อมแก้วให้ติดกับโลหะ (ทั้งสแตน) เพราะถ้าหากเชื่อมไม่ติดสนิทเป็นเนื้อเดียวกันจริง ๆ แล้วจะทำให้อากาศภายนอกซึมเข้าในหัววัดก็ได้ การเชื่อมแก้วให้ติดกับโลหะที่ดีควรให้สีของออกไซด์ที่เกาะติดระหว่างโลหะกับแก้วมีสีเหลืองทองอมแดง ถ้าเชื่อมแก้วแล้วมีสีของออกไซด์เป็นสีขาวขี้ดหรือสีดำก็แสดงว่าการเชื่อมแก้วนั้นใช้ไม่ได้เพราะแก้วกับโลหะไม่เกาะเป็นเนื้อเดียวกันจะทำให้เกิดการรั่วซึมของอากาศได้

3. เมื่อนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่านิสิตทั้งสองกลุ่มมีผลการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนิสิตกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ ยิงส์ (Yongs. 1970 : 53) ที่พบว่ากลุ่มทดลองที่ใช้อุปกรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้มากกว่ากลุ่มควบคุม จากผลการทดลองดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นได้ว่าอุปกรณ์การสอนที่นำไปใช้ประกอบในการจัดการเรียนการสอนนั้นมีส่วนส่งเสริมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

4. จากการเปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตทั้งสองกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองหลังจากการเรียนการสอนเสร็จสิ้น พบว่า นิสิตทั้งสองกลุ่มมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ นิสิตทั้งสองกลุ่มมีความรู้สึกต่อการสอนทั้งสองแบบแตกต่างกัน กลุ่มทดลองมีความรู้สึกต่อการสอนเป็นไปในทางที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสามารถเห็นได้จากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะในการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองนั้นผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมในบางส่วนของบทเรียนมีโอกาสที่จะสัมผัสกับข้อเท็จจริงที่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมมากกว่า เกิดความคิดคาดการณ์ล่วงหน้าก่อนที่จะมีการสาธิตเพราะโดยธรรมชาติของผู้เรียนที่ยังไม่เคยได้สัมผัสกับสิ่งใดมาก่อนหากได้พบได้เห็นสิ่งนั้นก็จะมีความสนใจเป็นธรรมดาและยังเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าแต่เมื่อมีสิ่งช่วยสาธิตให้เห็นแล้วก็ยังเกิดความอยากรู้อยากเห็นมากยิ่งขึ้น ประกอบกับบรรยากาศทางการเรียนเอื้อที่จะให้ทุกคนได้มีโอกาสได้รู้ได้เห็นเท่าเทียมกันจึงทำให้ผู้ที่รับประสบการณ์ดังกล่าวนี้

เกิดความรู้สึกที่ต่อสิ่งที่ได้รับไปจากการเรียนรู้ ส่วนกลุ่มควบคุมนั้นได้รับประสบการณ์ที่แตกต่างออกไปเพราะขาดการกระตุ้นทางด้านการช่วยคิดเนื่องจากการเรียนส่วนใหญ่จะเป็นกิจกรรมของผู้สอน จากกิจกรรมที่ต่างกัันดังกล่าวนี้มีผลทำให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันออกไปตามประสบการณ์ที่ได้รับ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การทำความสะอาดอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างหัววัดรังสีเป็นสิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมากการล้างคราบสกปรกเพื่อให้หมดจริง ๆ ต้องล้างก่อนนำไปใช้สร้างหัววัดและหลังจากสร้างเสร็จก่อนที่จะปิดปลายหลอด จะต้องใช้อาซีโตนหรือแอลกอฮอล์ล้างคราบสกปรกที่เกิดขึ้นใหม่จากการสร้างให้สะอาดอีกครั้งหนึ่ง ปล่ยทิ้งไว้ให้แห้งแล้วจึงทำการเชื่อมปิดปลายหลอด
2. ในการเชื่อมแก้วหุ้มหลอดทั้งสแตน นอกจากจะให้เกิดออกไซด์สีเหลืองทองอมแดงแล้วยังต้องระวังเรื่องการเกิดฟองอากาศระหว่างแก้วกับหลอดทั้งสแตนตรงตำแหน่งที่อิเล็กทรอนิกส์ทั้งสองเชื่อมติดกับหลอดด้วย
3. ตรงตำแหน่งรอยเชื่อมต่อของหัววัดต้องใช้เปลวไฟเชื่อมไล่ให้เป็นเนื้อเดียวกันและเมื่อเสร็จแล้วต้องทำการบ่มแก้วทุกครั้งเพื่อป้องกันหัววัดรังสีแตกร้าว
4. ก่อนการบรรจุแก๊สควรทำการผสมแก๊สไว้ล่วงหน้าประมาณ 18 ชั่วโมงเพื่อให้ส่วนผสมของแก๊สสม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาการสร้างหัววัดรังสีที่ใช้แค้วนซึ่งแก๊สชนิดอื่น โดยเฉพาะกลุ่มธาตุในหมู่ฮาโลเจน เพราะธาตุในหมู่นี้จะให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นในการทำงานของหัววัดลดลง
2. ควรมีการศึกษาการสร้างหัววัดรังสีที่ใช้ขนาดของอิเล็กทรอนิกส์ยาวแตกต่างกันเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของหัววัดรังสีที่สร้างขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล เหล่าสมบัติวิ. การศึกษากัมมันตภาพรังสีแกมมาที่มีอยู่ตามธรรมชาติในวัสดุก่อสร้าง.
 ปรินยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2529. อัดสำเนา.
- ชวลิต วัฒนวงศ์. การศึกษาสภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูงของสถานฝึกหัดครู ปีการศึกษา 2516. ปรินยานิพนธ์
 กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา
- ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2518.
 _____. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2520
- เชิดศักดิ์ ไชวสินธุ์. การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา
 และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. ทัศนคติ : การเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. พิมพ์ครั้งที่ 2
 กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2526.
- ประดับ เรืองมาลัย. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ :
 วัฒนาพานิช, 2524.
- ประทีป สยามชัย. "การตัดสินใจในวิชาชีพ," ศึกษาสัมพันธ์ 3. 22 สิงหาคม 2519.
- ปานจิต ฐานพานิชกุล. "ผลกระทบจากอุบัติเหตุนิวเคลียร์," ข่าว นปส. 2(1) ม.ค.-ก.พ.
 2530.
- นิลาศ เกื้อมี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางช่างโดยการสอนด้วยวิธีสาธิตธรรมดาและการสาธิต
โดยใช้เทปโทรทัศน์. ปรินยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา
- พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, สำนักงาน. กัมมันตภาพรังสี นปส. 2506.
- ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- มารุต วัชรวงกุล. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกีฬาบาสเกตบอล
โดยวิธีสอนแบบใช้วิดีโอเทปและแบบบรรยายประกอบการสาธิต. ปรินยานิพนธ์ กศ.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- มาลี บานชื่น. พลังงานนิวเคลียร์. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2528.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร,
2528.

วิชัย มณีอภัยสุกุล. การเปรียบเทียบการทำหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยใช้โปรแกรม
ฟิล์มล้นและการสาธิต. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2517.

ศรินทร์กรวิโรฒ, มหาวิทยาลัย. หลักสูตรและคู่มือการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2530.
กรุงเทพฯ : เจ้าพระยาการพิมพ์, 2530.

สุภาพ วาดเขียน. เครื่องมือวิจัยทางสังคมศาสตร์ ลักษณะที่ดี ชนิด และวิธีหาคุณภาพ.
กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2525.

สมน โอสภานนท์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปด้วยวิธีสอนแบบสาธิตกับ
วิธีสอนแบบศูนย์การเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2520. อุดลำนเนา.

สมเกียรติ กรทอง. เทคนิคการวัดรังสี. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, อุดลำนเนา.

_____ . เคมีนิวเคลียร์และเคมีนิวเคลียร์ประยุกต์. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, อุดลำนเนา.

สมจิต สวณไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป. อุดลำนเนา.

สมจิตรา เรืองศรี. การสร้างแบบทดสอบ 3. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดคุณเงินอักษรกิจ,
2527.

สุรีย์ แขวงโสภาก. "เซอร์โนบิล," วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 2(2) 2529.

อรุณีย์ แสงอรุณนิช. นิวเคลียร์ฟิสิกส์. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อุดลำนเนา.

องอาจ จิยะจันทร์. การศึกษาเปรียบเทียบการเรียนรู้ในวิชาช่าง โดยใช้วิธีสอนสาธิตกับ
วิธีสอนโดยใช้สไลด์มีเสียงประกอบในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายอาชีพ.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516.
อุดลำนเนา.

- Arora, B.L. Dictionary of Physics. New Delhi, Academic Publishers.
- Bush, D. "Variability of Plateau Gradients for Large-Diameter End-Window Geiger-Muller Tube," Sci. Instru. 6 : 561, 1973.
- Craggs, J.D. and Jaffe A.A. "Discharge Spreed in Geiger Counter," Physic Rev. 72 : 784, 1947.
- Dooley, David. Social Research Methods. Printice-Hall, Inc. Engle Wood Cliffe, New Jerssey, 1984.
- Duuren, K.V., Jaspers, A.J.M. and Hermsen, J. "G-M Counters," Nucleonics. 17 : 86, 1959.
- Eichholz, Geoeffery G. and Poston, John W. Principle of Nuclear Radiation Detection. Ann Arbor, Ann Arbor Science, 1979.
- John, Denneth W., "A Compari of Two Methods of Teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured Ploblem-Solving" Dissertation Abstracts. 4(27) : 994 - 995 A ; October, 1966.
- Knoll, Glenn F. Rediation detection and measurement. V John Wiley, New york, 1979.
- Price, William J. Nuclear Rediation Detection. 2 nd. ed., New Youk, McGraw-Hill, 1964.
- Robert B. Sund and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science Inquiry. in Secondary School. Ohio : Charles E. Merrill Publishing Co, 1967.
- Rudolf William, "Differences in Retention between population of seven grade science students taught by the method of instruction : Small Group Laboratory and teacher Demonstration", Dissertation Abstracts. 3(6) : 2753 - 2754 A ; December, 1970.

- Silvius, G. Harold and Estell M. Curry. Theaching Successfully in the Industrial Arts and Vocational Subjects. Mcknight & Mcknight Publishing Company, Bloomington, Illinois, 1953.
- Strehle, Joseph A., "A Comparative Achievement of Seventh Grade Exploratory Science Student Taught by Laboratory Versus Enriched Lecture Demonstration Methods of instruction" Dissertation Abstracts, 4(25) : 2386, October, 1964.
- Yingprayoon, J. Study of Self-Quenched Geiger-Muller Counter. Master's Thessis. Mahidol University, 1970.
- Youngs, Richard. C. The Nurturance of Independence and of Independence Learning in Fourth Grade Children Taught Inquiry Development Final Report. Research in Education. 5(2) : 53, 1970.

ภาคผนวก ก.

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 19 แสดงค่าความยากง่าย (D_1) และค่าอำนาจจำแนก (V_1) ของแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษาชั้นปีที่ 3
เรื่อง กัมมันตภาพรังสี

ข้อที่	D_1	V_1
1.	.50	.62
2.	.25	.38
3.	.33	.42
4.	.25	.54
5.	.40	.49
6.	.25	.36
7.	.45	.30
8.	.33	.50
9.	.33	.33
10.	.25	.54
11.	.49	.50
12.	.33	.58
13.	.25	.21
14.	.33	.58
15.	.58	.50
16.	.41	.33

ตาราง 20 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษาชั้นปีที่ 3 เรื่อง กัมมันตภาพรังสี

ข้อที่	p	q	pq
1.	.51	.49	.25
2.	.30	.70	.21
3.	.28	.72	.20
4.	.35	.65	.23
5.	.82	.18	.15
6.	.74	.26	.19
7.	.26	.74	.19
8.	.14	.86	.12
9.	.33	.67	.22
10.	.14	.86	.12
11.	.82	.18	.15
12.	.82	.18	.15
13.	.14	.86	.12
14.	.82	.18	.15
15.	.26	.74	.19
16.	.82	.18	.15

ตาราง 21 แสดงค่าอำนาจจำแนก (t) และความแปรปรวน (S^2) ของแบบสอบวัดเจตคติ
ต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แยกเป็นรายข้อ

ข้อที่	t	S^2	ข้อที่	t	S^2
1.	2.87	.84	11.	6.58	.65
2.	3.21	.77	12.	3.65	.79
3.	3.52	.70	13.	1.88	1.00
4.	2.21	.77	14.	4.05	.92
5.	6.4	1.09	15.	4.5	1.66
6.	2.34	1.04	16.	4.46	1.09
7.	4.48	1.15	17.	2.54	.62
8.	3.36	.95	18.	4.87	.84
9.	2.77	1.11	19.	2.21	.74
10.	3.21	.76	20.	4.65	.83
			21.	2.54	.55

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษาชั้นปีที่ 3 โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 2.79$$

$$\Sigma X = 316$$

$$\Sigma X^2 = 2650$$

$$S^2_t = \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$$

$$= \frac{(43 \times 2650) - (316)^2}{(43)^2}$$

$$= 7.62$$

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{pq}{S^2_t} \right\}$$

$$= \frac{16}{16-1} \left\{ 1 - \frac{2.79}{7.62} \right\}$$

$$= 1.06 \times 0.37$$

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น} = 0.6718$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
 นิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 โดยใช้สูตรของ ครอนบาค (Cronbach)

$$\begin{aligned}
 \Sigma X &= 2540 \\
 \Sigma X^2 &= 162714 \\
 S^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2} \\
 &= \frac{(41 \times 162714) - (2540)^2}{(41)^2} \\
 &= 130.68 \\
 &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{S^2_1}{S^2} \right\} \\
 &= \frac{21}{20-1} \left\{ 1 - \frac{18.37}{130.68} \right\} \\
 &= 1.05 \times 0.85 \\
 \text{ค่าความเชื่อมั่น} &= 0.902
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

คะแนนจากการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 22 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

<u>กลุ่มทดลอง</u>				<u>กลุ่มควบคุม</u>			
คนที่	คะแนน			คนที่	คะแนน		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง
1	4	11	7	1	7	10	3
2	6	14	8	2	6	12	6
3	4	10	6	3	5	9	4
4	5	14	9	4	3	7	4
5	5	12	7	6	4	10	6
6	5	12	7	6	5	10	6
7	6	12	6				

ตาราง 23 แสดงคะแนนผลการสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
คนที่	คะแนน	คนที่	คะแนน
1	86	1	75
2	86	2	95
3	95	3	80
4	84	4	80
5	88	5	81
6	89	6	73
7	89		

ภาคผนวก ค.
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง กัมมันตภาพรังสี

คำชี้แจง

1. ข้อสอบชุดนี้มีจำนวนทั้งหมด 16 ข้อ
2. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
3. ให้ขีดทำเครื่องหมาย x กับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวลงใน
กระดานคำตอบ

1. ${}_{92}^{238}\text{X}$ สลายตัวให้ $\alpha\beta\beta\alpha\beta\gamma$ ธาตุที่เกิดขึ้นใหม่คือข้อใด

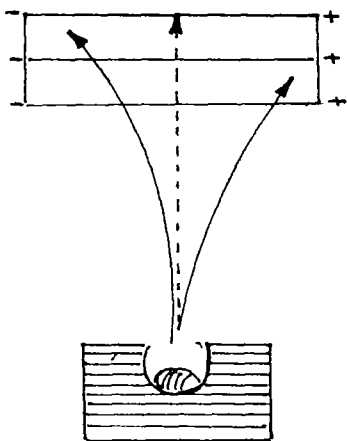
ก. ${}_{87}^{226}\text{Y}$

ข. ${}_{83}^{226}\text{Y}$

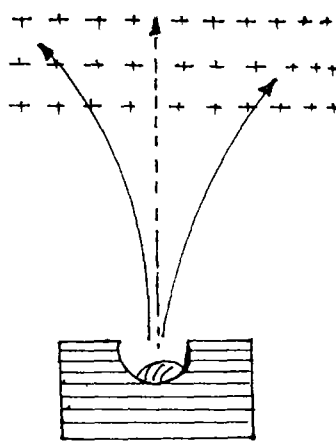
ค. ${}_{89}^{226}\text{Y}$

ง. ${}_{98}^{226}\text{Y}$

จากภาพต่อไปนี้ให้ตอบคำถามข้อ 2.



ภาพ ก.



ภาพ ข.

2. จากภาพการทดลองพบว่า

- ก. รังสีแอลฟาเป็นอนุภาคที่มีประจุบวก บ่ายเบนทั้งในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า
- ข. รังสีแอลฟาเป็นอนุภาคที่มีประจุลบ บ่ายเบนทั้งในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า
- ค. รังสีเบตาเป็นอนุภาคที่มีประจุบวก บ่ายเบนทั้งในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า
- ง. รังสีแอลฟาและรังสีเบตาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีอำนาจทะลุทะลวงสูง

3. ธาตุกัมมันตรังสีมีครึ่งชีวิต 100 วินาที มวล 1 กรัมทิ้งไว้ให้เวลาผ่านไป 10 นาทีจะเหลือมวลกี่กรัม

- ก. 1/64 กรัม
- ข. 1/32 กรัม
- ค. 1/16 กรัม
- ง. 1/8 กรัม

4. เมื่อเกิดการสมดุลในการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ผลที่ได้คือข้อใด

- ก. นิวเคลียสสลายตัวในอัตราคงที่ ไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อม
- ข. นิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่มีอัตราคงที่ ไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อม
- ค. นิวเคลียสเดิมและนิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่ มีกัมมันตภาพเท่ากัน
- ง. นิวเคลียสจะสลายตัวเป็นอนุกรมต่อเนื่องเรียกว่า ปฏิวัตริชาลูกโซ่

5. เมื่อสิ้นสุดการสลายตัวของอนุกรมยูเรเนียม ธาตุสุดท้ายคือข้อใด

- ก. $_{82}^{208}\text{Pb}$
- ข. $_{82}^{206}\text{Pb}$
- ค. $_{82}^{207}\text{Pb}$
- ง. $_{83}^{209}\text{Pb}$

6. การนำกัมมันตภาพรังสีไปใช้ในงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปแล้ว คุณสมบัติข้อใดถูกนำมาใช้มากที่สุด

- ก. การทำให้เกิดไอออนไนซ์
- ข. อำนาจในการทะลุทะลวง
- ค. อำนาจในการชนแบบไม่ยืดหยุ่น
- ง. การเปี่ยมเบนในสนามแม่เหล็ก

7. หลักการทำงานที่สำคัญของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์ - มุลเลอร์ คือข้อใด

- ก. การเกิดคอมตันเอฟเฟค
- ข. การเกิดไอออนไนซ์ของแก๊ส
- ค. การสูญเสียพลังงานของรังสี
- ง. การคำนวณภาวะปกติของอิเล็กทรอนิกส์

8. ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่องวัดรังสีแบบไกเกอร์ - มุลเลอร์ตรวจวัดรังสี

- ก. ตรวจเช็คอุปกรณ์ก่อนใช้ทุกครั้ง
- ข. เพิ่มกำลังไฟฟ้าเข้า ๆ ตามลำดับ
- ค. อย่าใช้หัววัดให้ถึงช่วงการแตกตัวต่อเนื่องบ่อย ๆ
- ง. เป็นข้อควรปฏิบัติทุกข้อ

จากการทดลองเปรียบเทียบอัตราการนับที่ตำแหน่งต่าง ๆ ระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี และอัตราการนับ ณ ตำแหน่งนั้น ๆ ปรากฏผลดังนี้

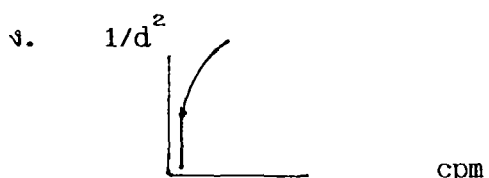
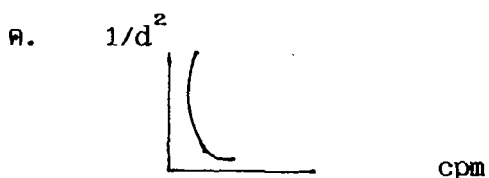
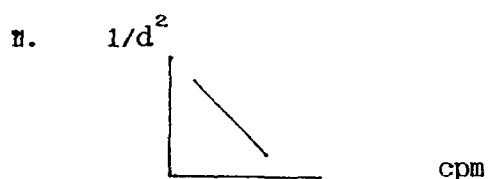
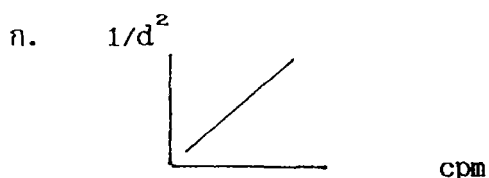
ระยะทาง(ซม.)	อัตราการนับ(ครั้ง/นาที)
5	1530
10	1100
15	895
20	520

จากตารางใช้ตอบคำถามข้อ 3 - 11

9. การสรุปผลการทดลองตามตารางนี้คือข้อใด

- ก. อัตราการนับเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการแผ่รังสี
- ข. อัตราการนับเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะทาง
- ค. อัตราการนับเป็นสัดส่วนกลับ กับระยะทาง
- ง. ผิดทุกข้อ

10. ถ้านำข้อมูลนี้มาเขียนกราฟระหว่างอัตราการนับกับส่วนกลับของระยะทางยกกำลังสอง กราฟที่ได้คือข้อใด



11. การทดลองชุดนี้เป็นการพิสูจน์ทฤษฎีในข้อใด

- ก. ทดสอบความแรงของแหล่งกำเนิดรังสี
- ข. กฎการสลายตัวของกัมมันตภาพรังสี
- ค. กฎกำลังสองผกผันของการแผ่รังสี
- ง. การศึกษาคุณสมบัติของรังสีแอลฟา

12. เมื่อนำตะกั่ว ไม้ แก้ว อลูมิเนียม มากั้นระหว่างหัววัดรังสีกับแหล่งกำเนิดรังสี ผลที่ได้จากการสังเกตอัตราการนับคือข้อใด

- ก. เปลี่ยนแปลงตามระยะทาง
- ข. เป็นสัดส่วนกับมวลของวัตถุ
- ค. ใช้ตะกั่วกั้นนับ ได้น้อยที่สุดเพราะรังสีผ่านได้น้อย
- ง. ใช้ตะกั่วกั้นนับซ้ำกว่าใช้ไม้ แก้ว และอลูมิเนียมกัน

13. จากการทดลองในข้อ 12. ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือข้อใด

- ก. อัตราการนับ
- ข. ชนิดของวัตถุ
- ค. ขนาดของวัตถุ
- ง. ขนาดและตำแหน่งของวัตถุที่กั้น

14. จากการทดลองในข้อ 12. นิสิตคิดว่ารังสีที่สามารถวัดได้จริง ๆ แม้จะเปลี่ยนชนิดของวัตถุใด ๆ มากันก็ตาม คือข้อใด

- ก. แอลฟา เบตา
- ข. เบตา แกมมา
- ค. เบตาเท่านั้น
- ง. แกมมาเท่านั้น

15. เหตุผลในข้อใดที่ทำให้อัตราการนับแตกต่างกันมากที่สุด

- ก. มวลของวัตถุ
- ข. ปริมาณของวัตถุ
- ค. ขนาดของวัตถุ
- ง. ความหนาแน่นของวัตถุ

16. การทดลองในข้อ 12. ท่านคิดว่าเป็นการทดสอบสมมติฐานในข้อใด

- ก. วัตถุต่างชนิดกันกั้นรังสีได้ต่างกัน
- ข. วัตถุต่างชนิดกัน ขนาดเท่ากัน กั้นรังสีได้เท่ากัน
- ค. วัตถุต่างชนิดกัน ปริมาตรเท่ากัน กั้นรังสีได้เท่ากัน
- ง. วัตถุต่างชนิดกัน ขนาดเท่ากัน กั้นรังสีได้ต่างกัน

แบบสอวัตต์เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบสอวัตต์นี้เป็นการถามความคิดเห็น ความรู้สึก ของนิสิตที่มีต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" นิสิตมีอิสระเต็มที่ที่จะพิจารณาข้อความแต่ละข้อ และให้ทำเครื่องหมาย ✓ ตรงกับช่องข้อความที่แสดงความคิดเห็นนั้น ๆ เพียงข้อเดียว
2. แบบสอวัตต์นี้ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีสิทธิ มีความคิด ความรู้สึก และแนวปฏิบัติต่างกัน
3. ให้นิสิตอ่านข้อความและตัดสินใจด้วยตนเอง

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่ แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น อย่างยิ่ง
1.	ข้าพเจ้าชอบการเรียนวิชานี้					
2.	จดจำเนื้อหาได้มาก					
3.	ไม่ควรใช้การสอนวิชานี้กับเนื้อหา กัมมันตภาพรังสี					
4.	ช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้เร็วขึ้น					
5.	บรรยากาศในห้องเรียนดีเยี่ยม					
6.	กิจกรรมการเรียนน่าเบื่อหน่าย					
7.	สรุปเนื้อหาช้าเสียเวลา					
8.	มีโอกาสนำมาแสดงความคิดเห็นบ่อย					
9.	กิจกรรมการเรียนยุ่งยากซับซ้อน					
10.	สามารถช่วยให้ผู้สอนแนะนำได้ทั่วถึง					

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่ แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น อย่างยิ่ง
11.	ผู้เรียนส่วนมากไม่ชอบการเรียนรู้วิธีนี้					
12.	สื่อการเรียนรู้หรืออุปกรณ์การสอนช่วยให้ เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น					
13.	สื่อการเรียนรู้หรืออุปกรณ์การสอนกระตุ้น ให้คิด					
14.	สื่อการเรียนรู้หรืออุปกรณ์การสอนน่าเบื่อ					
15.	การสอนวิธีนี้ ฝึกทักษะการสังเกต					
16.	การสอนวิธีนี้ ไม่ส่งเสริมทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ใด ๆ เลย					
17.	การสอนวิธีนี้ ไม่เหมาะสมกับระดับปริญญาตรี					
18.	การสอนวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล					
19.	เป็นการสอนแบบนั้น ๆ ซ้ำ ๆ					
20.	ถ้าไม่จำเป็นควรหลีกเลี่ยงการสอนแบบนั้น					
21.	ยินดีเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในวิธี การสอนแบบนั้นทุกครั้ง					

แผนการสอน กลุ่มทดลอง
(การสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย)
เรื่อง
กัมมันตภาพรังสี

นิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3
วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ
วิชา วท.331 ฟิสิกส์ 1

แผนการสอนครั้งที่ 1

เวลา 2 คาบ (คาบละ 50 นาที)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นิสิตสามารถบอกสมบัติของสารกัมมันตรังสีได้
2. นิสิตสามารถอธิบายคุณสมบัติของกัมมันตภาพรังสีแต่ละชนิดได้
3. นิสิตสามารถเปรียบเทียบผลการสาธิตจากการใช้วัตถุต่างชนิดกันที่ระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีได้
4. นิสิตสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกฎกำลังสองผกผันกับการแผ่รังสีได้

เนื้อหา

1. สมบัติของสารกัมมันตรังสี
2. ชนิดและสมบัติของกัมมันตภาพรังสี
3. การแผ่รังสี

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูสนทนากับคำถามปัญหาในเนื้อหาบทเรียนที่ผ่านมา เรื่องของอะตอมและนิวเคลียส

นิสิตร่วมกันอภิปรายเพื่อนำสู่บทเรียน

ขั้นสอน

2. ครูบรรยายธรรมชาติของสารกัมมันตรังสี ชนิดและสมบัติของกัมมันตภาพรังสี
3. ครูสาธิตการศึกษอำนาจทะลุทะลวงของรังสีแกมมา ตามการทดลองที่ 1
4. ครูบรรยายลักษณะการแผ่รังสีที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดรังสี
5. ครูสาธิตการทดลองการแผ่รังสีตามกฎกำลังสองผกผัน ตามการทดลองที่ 2

ขั้นสรุป

6. ครูและนิสิตร่วมกันสรุปบทเรียนและการสาธิตที่ผ่านมาโดยการอภิปรายและตอบคำถามในปัญหาประเด็นต่าง ๆ ของบทเรียน

สื่อการสอน

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูง
2. เครื่องนับ
3. แหล่งกำเนิดรังสี
4. ไม้, กระดาษ, แก้ว, อลูมิเนียม, แผ่นตะกั่ว

การประเมินผล

สังเกตความสนใจ การตอบและการซักถามปัญหาต่าง ๆ

แผนการสอนครั้งที่ 2

เวลา 2 คาบ (คาบละ 50 นาที)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นิสิตสามารถอธิบายกฎการสลายตัวของกัมมันตภาพรังสีได้
2. นิสิตสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของอนุกรมกัมมันตภาพรังสีแต่ละชนิดได้
3. นิสิตสามารถบ่งบอกคุณและโทษของกัมมันตภาพรังสีได้

เนื้อหา

1. กฎการสลายตัวกัมมันตภาพรังสี
2. อนุกรมกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ
3. ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูสนทนากับทบทวนและซักถามปัญหาในเนื้อหาบทเรียนที่ผ่านมา ให้นิสิตร่วมกันอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ที่ตนเองยังไม่เข้าใจ

ขั้นสอน

2. ครูบรรยายกฎการสลายตัวของกัมมันตภาพรังสี อนุกรมกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
3. ให้นิสิตซักถามปัญหาต่าง ๆ ในเนื้อหาบทเรียน โดยครูและนิสิตคนอื่นร่วมกันอภิปรายปัญหาที่นิสิตยังมีข้อสงสัยนั้น

ขั้นสรุป

4. ครูและนิสิตร่วมกันสรุปบทเรียนที่ผ่านมา

การประเมินผล

สังเกตความสนใจในการตอบและการซักถามปัญหาต่าง ๆ

การทดลองที่ 1 อำนาจทะลุทะลวงผ่านวัตถุของรังสีแกมมา

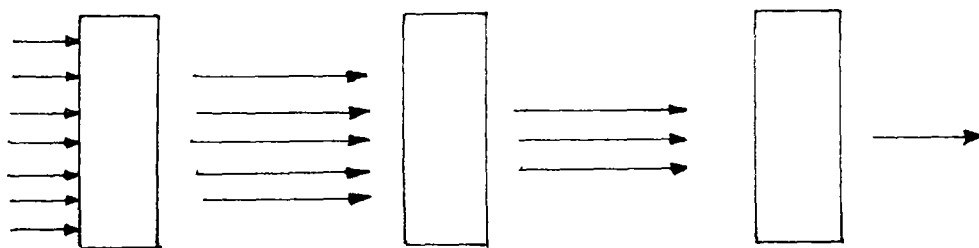
วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติในการทะลุทะลวงของรังสีแกมมาเมื่อผ่านวัตถุต่างชนิดกัน

ทฤษฎี วัตถุกัมมันตรังสีจะปลดปล่อยกัมมันตภาพรังสีออกมา 3 ชนิดคือ

1. อนุภาคแอลฟา (alpha) เป็นอนุภาคไฟฟ้ามีประจุบวก มีคุณสมบัติบ่ายเบรทั้งในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนสูง
2. อนุภาคเบตา (beta) เป็นอนุภาคไฟฟ้าที่มีประจุลบหรืออิเล็กตรอน มีความเร็วสูง บ่ายเบรทั้งในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า
3. รังสีแกมมา (gamma ray) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่บ่ายเบรทั้งในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า มีช่วงคลื่นสั้นและมีความถี่สูงมาก มีความเร็วสูงมาก ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้น้อยจึงมีอำนาจในการทะลุทะลวงได้ดี

ดังนั้นเราสามารถใช้กระดาษซึ่งยับยั้งการเคลื่อนที่ต่อไปของแอลฟาได้ ถ้าเป็นเบตาจะต้องใช้ไม้กั้น แต่แกมมาต้องใช้ตะกั่วหนา ๆ จึงจะขวางกั้นและยับยั้งการเดินทางได้

ความหนาของวัตถุจะสามารถลดปริมาณของรังสีได้บางส่วน โดยส่วนหนึ่งจะถูกกักกันไว้ภายในวัตถุหรือสะท้อนหายไป ขนาดของวัตถุที่มีความหนาที่สามารถลดปริมาณรังสีลงได้ครึ่งหนึ่งของเดิมเรียกว่า "ความหนาครึ่งค่า" (Half-value layer หรือ Half-thickness หรือ $X^{1/2}$) ดังภาพ



$$I_0 \quad X^{1/2} \quad I_1 = I_0/2 \quad X^{1/2} \quad I_2 = I_0/4 \quad X^{1/2} \quad I_3 = I_0/8$$

ปริมาณรังสีที่เปลี่ยนไปขณะที่ผ่านสิ่งกีดขวางออกมาจะเป็นปริมาณโดยตรงกับ
ความหนาของวัตถุนั้น กำหนดให้

I_0 = ความเข้มเดิมก่อนผ่านวัตถุ

I = ความเข้มใหม่หลังผ่านวัตถุ

X = ความหนาของวัตถุ

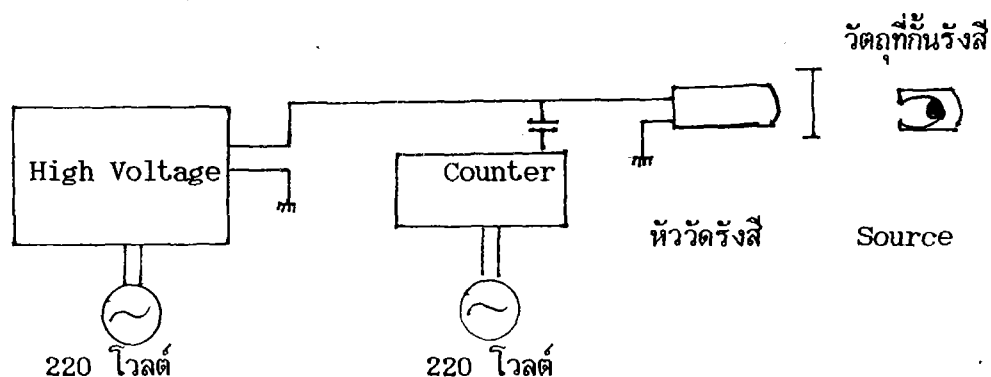
นั่นคือ ความเข้มที่เปลี่ยนไป $dI = -\mu I_0 dx$

หรือ $I = I_0 e^{-\mu X}$

โดย μ เป็นค่าของการแปรผันเรียกว่า สัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนของวัตถุ
ซึ่งเป็นคุณสมบัติของวัตถุแต่ละชนิดและขึ้นอยู่กับปริมาณของกัมมันตภาพรังสี ค่านี้
มีหน่วยเป็นส่วนกลับของ X เช่น ถ้าความหนาของวัตถุมีหน่วยเป็นเซนติเมตร
หน่วยของ μ ก็จะเป็น (เซนติเมตร) $^{-1}$ เป็นต้น

การทดลอง

1. เตรียมอุปกรณ์ดังภาพ



2. เปิดสวิตช์ High Voltage และเครื่องนับไปที่ตำแหน่ง "on" และสวิตช์ตั้ง
จำนวนนับไปที่ตำแหน่ง "start" ปรับโวลต์ให้พอดีกับช่วงการทำงานของหัววัดนั้น ๆ
3. เช็กเวลาไว้ที่ 1 นาทีปล่อยให้หัววัดรังสีนับปริมาณรังสีในธรรมชาติเสียก่อน
ค่านี้เรียกว่า ค่า Back Ground เป็นการนับของหัววัดรังสีที่ไม่ต้องใช้แหล่งกำเนิดรังสี

เข้ามาอยู่ในบริเวณใกล้เคียง นับทั้งหมด 5 ค่าแล้วหาค่าเฉลี่ย

4. นำแหล่งกำเนิดรังสีมาวางห่างจากหัววัด 10 เซนติเมตร นับค่าอัตราการนับโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง จำนวน 5 ค่า แล้วหาค่าเฉลี่ย ก่อนบันทึกต้องหาค่า Back Ground ในข้อ 3. ด้วย

5. นำแผ่นไม้ แก้ว กระดาษแข็ง อลูมิเนียม ตะกั่ว ที่มีขนาดหนาเท่า ๆ กันมาวางกัน ณ ตำแหน่ง 5 เซนติเมตร ระหว่างหัววัดรังสีกับแหล่งกำเนิดทำการวัดอย่างละ 5 ค่า เช่นกันแล้วหาค่าเฉลี่ยและหาค่าในข้อ 3. ออกเช่นกัน

6. เปรียบเทียบค่าอัตราการนับในข้อ 4,5 ของวัตถุแต่ละชนิดแล้วสรุปผล

การทดลองที่ 2 การศึกษากฎกำลังสองผกผันสำหรับการแผ่รังสี

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากฎกำลังสองผกผันสำหรับต้นกำเนิดรังสีแกมมา

ทฤษฎี กฎกำลังสองผกผันของการแผ่รังสีกล่าวว่า ความเข้มของรังสีในสุญญากาศ ณ ตำแหน่งใด ๆ จะเป็นปฏิภาคกลับกับระยะทางจากต้นกำเนิดรังสีถึงตำแหน่งนั้น ยกกำลังสอง นั่นคือ ความเข้มของรังสี I ที่ระยะทาง d จากต้นกำเนิดรังสี มีค่า

$$I = \frac{K}{d^2}$$

K เป็น ค่าคงที่ความเข้มของรังสีที่ตั้งฉากกับพื้นที่หนึ่งหน่วยที่อยู่ห่างจากต้นกำเนิดรังสี

$$d = 1 \text{ หน่วยระยะทาง}$$

เนื่องจากรังสีเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นการวัดความเข้มโดยตรงจึงเป็นไปได้ยาก แต่ใช้แบบการนับจะง่ายกว่า

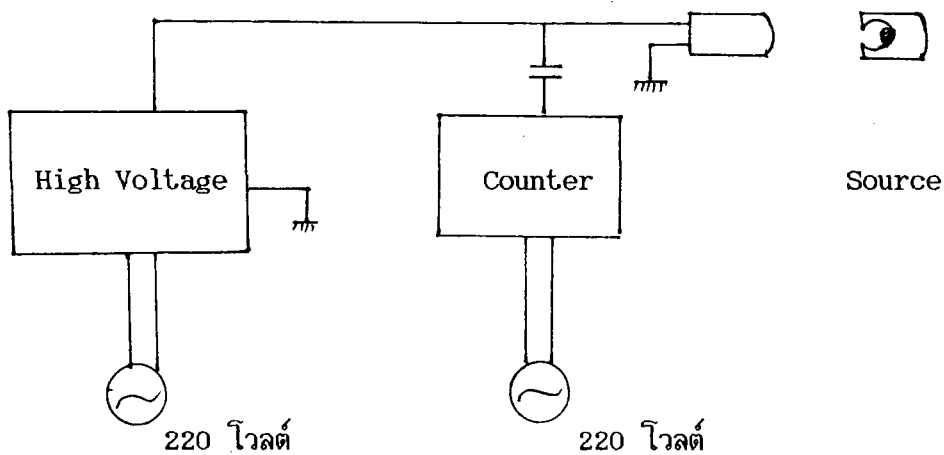
ดังนั้น ถ้าให้ C เป็น อัตราการนับ ณ ตำแหน่งใด ๆ

$$C = \frac{K}{d^2}$$

เมื่อ K เป็น อัตราการนับที่ระยะทาง 1 หน่วย

การทดลอง

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ดังภาพ



2. เปิดสวิตช์ High Voltage และเครื่องนับไปที่ "on" และสวิตช์จำนวนนับไปที่ "start" ปรับโวลต์ที่หัววัดทำงานดีที่สุด
3. เช็กเวลาที่ 1 นาที นับปริมาณรังสีในธรรมชาติ (Back Ground) จำนวน 5 ค่า หาค่าเฉลี่ยแล้วบันทึกไว้
4. วางต้นกำเนิดรังสีแกมมาไว้ห่างจากหัววัด เป็นระยะทางต่าง ๆ ประมาณ 5 ค่า แล้ววัดจำนวนนับต่อหน่วยเวลาที่ระยะทางนั้น ๆ โดยค่าที่นับได้ในแต่ละตำแหน่งจะต้องหักลบด้วยค่าในข้อ 3. ทุกค่า
5. นำข้อมูลที่ได้อ่านกราฟระหว่างจำนวนนับกับสัดส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง แล้วอธิบายจากกราฟที่ได้

แผนการสอน กลุ่มควบคุม
(การสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย)
เรื่อง กัมมันตภาพรังสี

นิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3
วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ
วิชา วท.311 ฟิสิกส์ 1

แผนการสอนครั้งที่ 1

เวลา 2 คาบ (คาบละ 50 นาที)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นิสิตสามารถบอกคุณสมบัติของสารกัมมันตรังสีได้
2. นิสิตสามารถอธิบายคุณสมบัติของกัมมันตภาพรังสีแต่ละชนิดได้
3. นิสิตสามารถอธิบายภาพประกอบการสอนการทดลองการใช้วัตถุต่างชนิดกันนั้นระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีได้
4. นิสิตสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกฎกำลังสองผกผันกับการแผ่รังสีได้

เนื้อหา

1. สมบัติของสารกัมมันตรังสี
2. ชนิดและสมบัติของกัมมันตภาพรังสี
3. การแผ่รังสี

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูสนทนาซักถามปัญหาในเนื้อหาบทเรียนที่ผ่านมา เรื่องของอะตอมและนิวเคลียส

นิสิตร่วมกันอภิปรายเพื่อนำสู่บทเรียน

ขั้นสอน

2. ครูบรรยายธรรมชาติของสารกัมมันตรังสี ชนิดและสมบัติของกัมมันตภาพรังสี
3. ครูบรรยายการศึกษาอำนาจทะลุทะลวงของรังสีแกมมา โดยใช้แผนภาพประกอบการสอน

การสอน

4. ครูบรรยายลักษณะการแผ่รังสีที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดรังสี

5. ครูบรรยายการทดลองการแผ่รังสีตามกฎกำลังสองผกผัน โดยใช้แผนภาพ

ประกอบการสอน

ขั้นสรุป

6. ครูและนิสิตร่วมกันสรุปทฤษฎีและการสาธิตที่ผ่านมารวมทั้งการทดลองที่ใช้ภาพ

ประกอบการบรรยาย โดยการอภิปรายและซักถามปัญหาต่าง ๆ

สื่อการสอน

1. แผนภาพแสดงการทดลองการศึกษาอำนาจทะลุทะลวงของรังสีแกมมา
2. แผนภาพแสดงการทดลองการศึกษากฎกำลังสองผกผันกับการแผ่รังสี

การประเมินผล

สังเกตความสนใจ การตอบและการซักถามปัญหาต่าง ๆ

แผนการสอนครั้งที่ 2

เวลา 2 คาบ (คาบละ 50 นาที)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นิสิตสามารถอธิบายกฎการสลายตัวของกัมมันตภาพรังสีได้
2. นิสิตสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของอนุกรมกัมมันตภาพรังสีแต่ละชนิดได้
3. นิสิตสามารถบ่งบอกคุณและโทษของกัมมันตภาพรังสีได้

เนื้อหา

1. กฎการสลายตัวกัมมันตภาพรังสี
2. อนุกรมกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ
3. ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูสนทนากับทบทวนและซักถามปัญหาในเนื้อหาบทเรียนที่ผ่านมา ให้นิสิตร่วมกันอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ที่ตนเองยังไม่เข้าใจ

ขั้นสอน

2. ครูบรรยายกฎการสลายตัวของกัมมันตภาพรังสี อนุกรมกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
3. ให้นิสิตซักถามปัญหาต่าง ๆ ในเนื้อหาบทเรียน โดยครูและนิสิตคนอื่นร่วมกันอภิปรายปัญหาที่นิสิตยังมีข้อสงสัยนั้น

ขั้นสรุป

4. ครูและนิสิตร่วมกันสรุปบทเรียนที่ผ่านมา

การประเมินผล

สังเกตความสนใจในการตอบและการซักถามปัญหาต่าง ๆ

การศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มูลเลอร์ที่สร้างจากวัสดุภายในประเทศ
และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา
เมื่อนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน

บทคัดย่อ
ของ
วิรัช ภูบุญศรี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาตามหลักสูตร

กันยายน 2531

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้สร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มูลเลอร์ จากวัสดุภายในประเทศ โดยใช้อาร์กอนเป็นไอออนไนซ์แก๊สและมีเทนเป็นเควินซึ่งแก๊ส โดยผสมเควินซึ่งแก๊สแตกต่างกัน 3 อัตราส่วน ในแต่ละอัตราส่วนใช้ความดัน 40, 80, 120, 160, 200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท พบว่า

1. หัววัดรังสีที่บรรจุเควินซึ่งแก๊ส 5 % สามารถใช้งานได้แต่มีช่วงการทำงานสั้น ยกเว้นที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท
2. หัววัดรังสีที่บรรจุเควินซึ่งแก๊ส 15 % สามารถใช้งานได้และมีช่วงการทำงานที่ยาวขึ้นยกเว้นที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท
3. หัววัดรังสีที่บรรจุเควินซึ่งแก๊ส 25 % สามารถใช้งานได้และมีช่วงการทำงานที่ยาวกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ
4. ความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นและช่วงกว้างของการทำงานของหัววัดรังสีเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของเควินซึ่งแก๊สและความดันของแก๊สที่เพิ่มขึ้นของหัววัดรังสี

เมื่อนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตระดับปริญญาตรีทางการศึกษา ชั้นปีที่ 3 วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จำนวน 13 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบใช้ภาพประกอบการบรรยาย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test แบบ Independent

จากการศึกษาพบว่า

1. นิสิตกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นิสิตกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A STUDY OF EFFICIENCY OF GEIGER-MULLER DETECTORS CONSTRUCTED FROM
MATERIALS IN THAILAND AND ATTITUDE TOWARDS SCIENCE TEACHING OF
B.ED. STUDENTS WHEN THE DETECTORS WERE USED IN TEACHING

AN ABSTRACT

BY

WIRUS POOBUNSRI

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

December 1988

In this study the Geiger-Muller detectors were constructed from materials in Thailand by using Argon as ionizing gas and Methane as quenching gas. The mixture of quenching gas had three different ratios. In each ratios use the pressure of 40, 80, 120, 160, 200 and 250 mmHg.

The findings were as follows :

1. The detectors filled with quenching gas of 5 percent could operate but with short working interval except for the pressure of 40 mmHg.
2. The detectors filled with quenching gas of 15 percent could operate longer working interval except for the pressure of 40 mmHg.
3. The detectors filled with quenching gas of 25 percent could operate better and longer working interval than orther pressures.
4. The threshold voltage and width interval operation of detectors increased according to the ratio of quenching gas and increased gas pressure of detectors.

The practical usefullness of detector for teaching was used with the subjects of third year B. Ed. Students, Physical-biological science major of Srinakharinwirot University Prasarnmitr during the first semester of the 1988 acadamic year. The experimental group was taught through the lecture with demonstration. The control group was taught trouth the lecture with graphic. The t-test independent was used for data analysis.

The results of this study indicated :

1. That there was significant different in the Science achivement between the experimental and control groups at the .01 level.
2. That there was singnificant different in the attitude towards Science teaching between the experimental and control groups at the .05 level.

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายวิรัช ชื้อสกุล ภูบุญศรี

เกิดวันที่ 8 พฤษภาคม

สถานที่เกิด

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2522

พ.ศ. 2523

พ.ศ. 2527

พ.ศ. 2531

พุทธศักราช 2503

อำเภอเฝ้าชัย จังหวัดนครราชสีมา

35 หมู่ที่ 6 บ้านใหม่จอมวก ตำบลโนนคม อำเภอเฝ้าชัย

จังหวัดนครราชสีมา 30110

อาจารย์ 1 ระดับ 4

โรงเรียนบ้านใหม่จอมวก ตำบลโนนคม อำเภอเฝ้าชัย

จังหวัดนครราชสีมา

ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา (ป.กศ.) จากวิทยาลัยครู
นครราชสีมา

พิเศษक्रमิथยม (พ.ม.) ศึกษาด้วยตนเอง

กศ.บ. (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากมหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

กศ.ม. (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร