535.๗๙๐๗๔
ช ๕๓๘
๑ ๒

การศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ที่สร้างจากวัสดุภายในประเทศ และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกัมมันตภาพรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อใช้หัววัดรังสีประกอบการสอน

ห้อง
มหาวิทยาลัย

ปริญญานิพนธ์

ของ

ชาติชาย ม่วงปฐม

ลงทะเบียน
๒๕๓๒

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ธันวาคม 2531

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178825

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
(รศ. โชติ สาลีฉัน)

..... กรรมการ
(อ. บัญชา ศิลป์สกุลสุข)

..... กรรมการ
(อ. สวัสดิ์ ปานเนาว์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รศ. โชติ สาลีฉัน)

..... กรรมการ
(อ. บัญชา ศิลป์สกุลสุข)

..... กรรมการ
(อ. สวัสดิ์ ปานเนาว์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ. สมเกียรติ กรีทอง)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ. ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่ ..28.. เดือน ...ธันวาคม... พ.ศ. ..2531...

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือในการอบรมสั่งสอน ตลอดจนถ่ายทอดความรู้จาก รองศาสตราจารย์โช สาลีฉัน ประธานกรรมการที่ปรึกษา ซึ่งเป็นผู้สร้างวิถีทางชีวิตในการทำงานแก่ผู้วิจัย อาจารย์บัญชา ศิลป์สกุลสุข อาจารย์สวัสดิ์ ปานเนาว์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำและให้กำลังใจเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาของท่านอาจารย์ทั้งสาม เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมเกียรติ กรีทอง ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาต่าง ๆ สำหรับผู้วิจัยเสมอมา พร้อมทั้งขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ ดร.กาญจนา ชูครุวงศ์ ที่ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ตลอดจนให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำวิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย จนสามารถศึกษาเล่าเรียนถึงบัดนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูและนักเรียน โรงเรียนสมุทรปราการ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทางการศึกษาเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอน้อมระลึกถึงพระคุณของแม่ และพี่ ที่อุตสาห์ลำบากตรากตรำทำงานส่งเสียผู้วิจัยได้เล่าเรียนตลอดมา ผู้วิจัยขอจดจำตลอดไป

ชาติชาย ม่วงปฐม

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ความสำคัญของการวิจัย	5
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	เอกสารเกี่ยวกับหัววัดรังสี	9
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยาย	26
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต	29
	เอกสารเกี่ยวกับเจตคติ	32
	เอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยาย	39
	เอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต	40
	สมมติฐานการวิจัยทางการศึกษา	41
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	42
	ประชากร	42
	กลุ่มตัวอย่าง	42
	วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง	42
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	43

บทที่ หน้า

เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 43
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 43
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 43
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 58
การวิเคราะห์ข้อมูล 60
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 60

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 65
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี 65
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการนำหัววัดรังสีไปประกอบการสอน 106

5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 109
การสร้างหัววัดรังสี 109
ความมุ่งหมายของการวิจัย 109
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 109
วิธีดำเนินการ 110
การวิเคราะห์ผล 111
สรุปผลการศึกษาวิจัย 111
อภิปรายผลการทดลอง 114
ข้อเสนอแนะ 116
การนำหัววัดไปใช้ประกอบการสอน 116
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 117
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า 117

บทที่ หน้า

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 117
การวิเคราะห์ข้อมูล 118
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 119
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า 119
ข้อเสนอแนะ 120

บรรณานุกรม 121

ภาคผนวก 127

ประวัติย่อผู้วิจัย 184

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงศักย์ในการทำให้เกิดการแตกตัวและความดันแก๊สชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ใน หัววัด จี-เอ็ม 20

2 แสดงชนิดและคุณสมบัติของไอออไน ซึ่งแก๊สในหัววัด จี-เอ็ม 20

3 แสดงชนิดและคุณสมบัติของแก๊สระงับในหัววัด จี-เอ็ม 21

4 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 97.5% มีเธน 2.5% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท 66

5 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 97.5% มีเธน 2.5% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท 68

6 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 97.5% มีเธน 2.5% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท 70

7 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 90% มีเธน 10% ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท 72

8 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 90% มีเธน 10% ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท 74

9 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 90% มีเธน 10% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท 76

10 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 90% มีเธน 10% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท 78

11 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 90% มีเธน 10% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท 80

ตาราง หน้า

12 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท 82

13 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท 84

14 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท 86

15 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท 88

16 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท 90

17 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท 92

18 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยายกับการใช้ภาพประกอบการบรรยาย 107

19 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยายกับการใช้ภาพประกอบการบรรยาย 108

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 แสดงโครงสร้างของหัววัดรังสีชนิดไอออนไนเซชัน-แชมเบอร์ 10

2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไอออนที่นับได้กับความต่างศักย์ 14

3 แสดงกระบวนการทาวเซนต์ หรืออวาเลนซ์ในหัววัด จี เอ็ม 16

4 แสดงการระงับแบบใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ 17

5 แสดงการระงับไอออนบวก 19

6 แสดงลักษณะกราฟที่ได้ของหัววัด จี-เอ็ม 22

7 รูปร่างของพัลส์สำหรับหัววัด จี-เอ็ม 23

8 แสดงอุปกรณ์ในการสร้างหัววัด จี-เอ็ม 44

9 แสดงแก๊สที่ใช้บรรจุในหัววัดรังสี 45

10 แสดงอุปกรณ์ในการเป่าแก้ว 46

11 แสดงอุปกรณ์ดูดอากาศและบรรจุแก๊สของหัววัดรังสี 47

12 แสดงวิธีเชื่อมแก้วไพเรกซ์หุ้มเส้นลวดทังสเตน 48

13 แสดงการเชื่อมขั้วบวกที่ทำจากเส้นลวดทังสเตนลงในหัววัดรังสี 48

14 แสดงหัววัดรังสีที่ต่อท่อสำหรับดูดและบรรจุแก๊ส 49

15 แสดงแผ่นโลหะสเตนเลสที่ม้วนกลมใช้ทำขั้วลบติดกับลวดทังสเตนที่เชื่อมหุ้มด้วยแก้ว 49

16 แสดงหัววัดรังสีที่เชื่อมขั้วลบเรียบร้อยแล้ว 50

17 แสดงหัววัดรังสีที่ปิดปลายหลอดและเป่าโค้งกลมเรียบร้อยแล้ว 50

18 แสดงการดูดอากาศออกจากหัววัดรังสี 51

19 แสดงการอบหัววัดรังสีด้วยเครื่องอบไฟฟ้า 52

20 แสดงการบรรจุแก๊สลงในหัววัดรังสี 53

21 แสดงหัววัดรังสีที่บรรจุแก๊สและปิดเรียบร้อยแล้ว 54

22 แสดงภาพและไดอะแกรมการนับรังสีของหัววัดรังสี 55

ภาพประกอบ หน้า

23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัด รังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 97.5% ต่อ มีเธน 2.5% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท 67

24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัด รังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 97.5% ต่อ มีเธน 2.5% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท 69

25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัด รังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 97.5% ต่อ มีเธน 2.5% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท 71

26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัด รังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 90% ต่อ มีเธน 10% ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท 73

27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัด รังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 90% ต่อ มีเธน 10% ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท 75

28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัด รังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 90% ต่อ มีเธน 10% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท 77

29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัด รังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 90% ต่อ มีเธน 10% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท 79

30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัด รังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 90% ต่อ มีเธน 10% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท 81

ภาพประกอบ หน้า

31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท 83

32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท 85

33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท 87

34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท 89

35 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท 91

36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท 93

37 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน 94

38 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน 95

ภาพประกอบ หน้า

39 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสี ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน 96

40 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสี ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน 97

41 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสี ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน 98

42 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสี ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน 99

43 กราฟแสดงการเปรียบเทียบช่วงกว้างของการทำงานของหัววัดรังสีที่ความดันต่าง ๆ ในอัตราส่วนผสมของแก๊ส 97.5% ของอาร์กอน ต่อ 2.5% ของมีเธน 100

44 กราฟแสดงการเปรียบเทียบช่วงกว้างของการทำงานของหัววัดรังสีที่ความดันต่าง ๆ ในอัตราส่วนผสมของแก๊ส 90% ของอาร์กอน ต่อ 10% ของมีเธน 101

45 กราฟแสดงการเปรียบเทียบช่วงกว้างของการทำงานของหัววัดรังสีที่ความดันต่าง ๆ ในอัตราส่วนผสมของแก๊ส 80% ของอาร์กอน ต่อ 20% ของมีเธน 102

46 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นของการทำงานและความดันแก๊สของหัววัดรังสี ในอัตราส่วนผสม 97.5% ของแก๊สอาร์กอนต่อ 2.5% ของแก๊สมีเธน 103

47 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นของการทำงานและความดันแก๊สของหัววัดรังสี ในอัตราส่วนผสม 90% ของแก๊สอาร์กอนต่อ 10% ของแก๊สมีเธน 104

48 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นของการทำงานและความดันแก๊สของหัววัดรังสี ในอัตราส่วนผสม 80% ของแก๊สอาร์กอนต่อ 20% ของแก๊สมีเธน 105

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

มนุษย์เราได้คุ้นเคยกับรังสีอย่างไม่รู้ตัวมาตั้งแต่สมัยโลกอุบัติขึ้นใหม่ ๆ (ไพศาล เลาห์เรณู. 2513 : 1) พลังงานจากดวงอาทิตย์เกิดจากปฏิกิริยาหลอมรวมของธาตุไฮโดรเจนกลายเป็นอะตอมของธาตุฮีเลียม พร้อมทั้งแผ่รังสีเป็นจำนวนมากตามมาด้วย แต่เคราะห์ดีที่รังสีมาถึงผิวโลกน้อย เนื่องจากระยะห่างจากดวงอาทิตย์ถึงโลกไกลมาก และโลกมีชั้นบรรยากาศกั้น

ในเดือนสิงหาคม พุทธศักราช 2488 มนุษย์ต้องล้มตายเป็นจำนวนมากในชั่วพริบตา เนื่องจากสหรัฐอเมริกา ทิ้งระเบิดปรมาณู ณ เมืองฮิโรชิมา และนางาซากิ ของญี่ปุ่น ชาวโลกเพิ่งรู้จักคำว่า ปรมาณู และคำว่า กัมมันตภาพรังสี เป็นการรู้จักถึงอำนาจทำลายล้าง เพราะนอกจากชีวิตมนุษย์ที่สูญเสียไปคราวนั้นแล้ว ผลร้ายที่เกิดจากการได้รับกัมมันตภาพรังสี และความร้อนมีผลต่อชาวโลกร่วมกันในเวลาต่อมา

ต่อมามนุษย์ได้พยายามนำเอากัมมันตภาพรังสีมาใช้เพื่อประโยชน์ในทางสันติเป็นบ่อเกิดของพลังงาน (สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2525 : 70) ซึ่งผลิตโดยเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูออกมาในรูปของพลังงานความร้อน ทุก ๆ ชาติในโลกล้วนต้องการพลังงานเพิ่มเติมอีกมาก และต่างก็ต้องการสงวนเชื้อเพลิงธรรมชาติ เพื่องานอื่น ๆ ที่จำเป็นในอนาคต พลังงานความร้อนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู สามารถใช้ขับเคลื่อนกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้า ใช้กับพาหนะและใช้ประโยชน์อื่น ๆ แทนเชื้อเพลิงธรรมชาติได้เป็นอย่างดี

พลังงานปรมาณูนอกจากจะใช้แทนพลังงานจากเชื้อเพลิงในธรรมชาติแล้ว ยังมีการนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ มากในทางอุตสาหกรรม การแพทย์ และการเกษตร ในทางอุตสาหกรรม โอโซโทปรังสีช่วยให้อุตสาหกรรมปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น เช่น เมื่อเอาพลาสติกบางชนิดฉายด้วยรังสีแกมมาแล้วพลาสติกนั้นจะมีคุณภาพดีขึ้น ทนต่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำได้มากและเมื่อเราอัดพลาสติกเหลว

เข้าไปในรูพรุนของไม้เนื้ออ่อน แล้วนำไปฉายรังสีแกมมา ผลของรังสีต่อพลาสติกจะทำให้ไม้นั้นมีความแข็งแรงทนทานอย่างมาก ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เรายังสามารถใช้ไอโซโทปกัมมันตภาพรังสีในการวัดความหนาของวัสดุต่าง ๆ เช่น ยาง กระดาษ แผ่นโลหะ เพื่อควบคุมความหนาให้เป็นไปตามที่ต้องการ และได้ขนาดมาตรฐาน สำหรับในอุตสาหกรรมน้ำมันใช้ไอโซโทปกัมมันตภาพรังสีในการวัดปริมาณน้ำมันที่ไหลไปตามท่อ การวัดรอยรั่วในท่อส่งน้ำมัน และได้มีการนำไปใช้หารอยรั่วในถังปิดขนาดใหญ่ รวมทั้งใช้ในอุตสาหกรรมการต่อเรือ การสร้างเครื่องบิน นอกจากนั้นยังมีผู้สร้างแบตเตอรีขนาดเล็กโดยใช้ไอโซโทปกัมมันตรังสีผลิตไฟฟ้าจากพลังงานปรมาณู ไฟฟ้าปริมาณน้อย ๆ ที่ได้จากการสลายตัวของไอโซโทปกัมมันตรังสีที่บรรจุในแบตเตอรี สามารถนำไปใช้ประโยชน์กับเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ๆ ได้

ในด้านการเกษตร มีการศึกษาการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นการลดต้นทุนการผลิต ใช้กัมมันตภาพรังสีทดลองสร้างพันธุ์พืชที่ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดี มีการใช้กัมมันตภาพรังสีในการถนอมอาหาร อาหารบางชนิดสามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นเวลานาน ทำให้ช่วยลดอัตราการสูญเสียผลผลิตระหว่างเก็บรักษาได้มาก

กัมมันตภาพรังสี กลายเป็นส่วนประกอบที่สำคัญทางการแพทย์ แพทย์สามารถใช้อุปกรณ์ตรวจสอบการแผ่รังสี เพื่อตรวจรักษาอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย นอกจากการวินิจฉัยโรคแล้วยังใช้ในการบำบัดโรคด้วย

จะเห็นว่าวิทยาการและเทคโนโลยีด้านพลังงานปรมาณู มีบทบาทต่อชีวิตประจำวันมากขึ้น มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีมากมาย แต่ผลร้ายอันเกิดจากการใช้กัมมันตภาพรังสีดังกล่าวที่มีต่อมนุษย์นั้นได้ถูกมองข้ามไป (สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2525 : 87) การได้รับกัมมันตภาพรังสีสะสมไว้ในร่างกาย จะมีผลต่อระบบการทำงานของร่างกายทั้งทางด้านภรรมพันธุ์และการเจริญเติบโต ผู้ที่เจ็บป่วยด้านนี้เมื่อเป็นหนักอาจสูญเสียชีวิต ซึ่งจำเป็นต้องป้องกันและให้การศึกษากับประชาชนให้เข้าใจเป็นอย่างดี

กัมมันตภาพรังสีจากธรรมชาติ จากการระเบิดของระเบิดปรมาณู และจากการรั่วไหลของโรงงานพลังงานปรมาณู เช่น เหตุการณ์ระเบิดของโรงงานหลังงานปรมาณูเชอร์นาบิล ประเทศรัสเซีย ที่ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากนั้น ทำให้โลกเรามีฝุ่นกัมมันตภาพรังสีมากขึ้น และมี

แนวโน้มมากขึ้นในอนาคต รังสีเป็นสิ่งที่เรามองไม่เห็นการใช้เครื่องมือตรวจหานั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก (สมเกียรติ กรีทอง. ม.ป.ป. : 1) ในการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีสำหรับประเทศไทยเรานั้นยังขาดแคลนอุปกรณ์ในการตรวจวัด เพราะเราไม่สามารถผลิตได้เอง ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศโดยเฉพาะประเภทหัววัด อายุการใช้งานค่อนข้างสั้นและมีราคาแพงทำให้ประเทศเราต้องสูญเสียเงินงบประมาณในการจัดซื้อไปมาก

เราจึงควรพยายามสร้างหัววัดรังสีขึ้นใช้เอง โดยไม่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ทำให้ไม่ต้องสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศ และสามารถนำมาใช้ในกิจการต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์มากมายทั้งในวงการแพทย์ การอุตสาหกรรม การสำรวจแหล่งที่มีกัมมันตภาพรังสีต่าง ๆ เช่น ในน้ำ ในอาหาร เพื่อเป็นการป้องกันอันตราย ทั้งยังเป็นการตอบสนองการแก้ปัญหาสำคัญของชาติและแนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนาของ คณะกรรมการบริหารและคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ (คณะกรรมการบริหารและคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ. 2528 : 4) ในส่วนของปัญหาการวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐานในการสร้างขีดความสามารถ และการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยี ในการวิจัยวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานรองรับ ซึ่งจำเป็นจะต้องให้การสนับสนุนและส่งเสริมอย่างจริงจัง

นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับ กัมมันตภาพรังสี ทั้งในระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา ซึ่งการเรียนส่วนใหญ่ครูมักบรรยายทฤษฎีให้นักเรียน ดังรายงานการวิจัยของ ปิ่นวดี จิระนรานุวัฒน์ (2519 : 122) และจากการศึกษาของ ชวลิต วัฒนวงศ์ (2517 : 162) ที่ได้ศึกษาสถานภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของสถานฝึกหัดครู ในวิชาฟิสิกส์ 10 (อะตอมมิก และนิวเคลียร์ฟิสิกส์) พบว่า อุปกรณ์ที่ขาดแคลนมากที่สุด คือ หัววัดรังสี (Dectector) และแหล่งกำเนิดกัมมันตภาพรังสี (Radio Active Source) เพราะหาซื้อยาก และมีราคาแพงมาก การสอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ ทั้งนี้เพราะวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์ในการส่งเสริมการเรียนรู้ แม้ในการสอนบรรยายซึ่งใช้มากในระดับอุดมศึกษา เพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนมากขึ้น (ประธาน วัฒนาวาณิชย์. 2529 : 42) ควรนำกิจกรรมอื่นมาเสริม เช่น มีการสาธิตทดลองประกอบ ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสี เป็นเรื่องที่เข้าใจยาก และมีความจำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดี

เพื่อประโยชน์ในอนาคต การที่เราสามารถสร้างหัววัดได้เองในราคาที่ถูก ต่อไปจะทำให้นักเรียน นักศึกษา ได้มีโอกาสได้ทดลอง และปฏิบัติการด้วยตนเอง เพราะสามารถจัดหาซื้อได้ อันเป็นการสร้างบุคลากรเกี่ยวกับด้านรังสีที่มีคุณภาพ เพื่อเตรียมตัวสำหรับการใช้เทโนโลยีเกี่ยวกับพลังงานปรมาณูต่อไป จึงควรมีการส่งเสริมให้ความรู้แก่ผู้เรียนเป็นอย่างดี ตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งนี้ในสภาพปัจจุบันในการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 เนื้อหาเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีครูเป็นผู้บรรยาย ไม่มีการทดลองให้นักเรียนได้ปฏิบัติ หรือมีการสาธิตการทดลองให้ดูประกอบการอธิบาย เพราะขาดอุปกรณ์ในการที่จะทดลอง จะเห็นได้ว่า วิธีการสาธิตเป็นวิธีสอนวิธีหนึ่งซึ่งนิยมใช้กันมากในการสอนวิทยาศาสตร์เพราะจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจบทเรียนได้ง่ายเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนได้ดี (วรวิทย์ วศินสรากร. 2517 : 72) เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่งที่จะช่วยนำทางให้เกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็วประหยัดเวลาและประหยัดอุปกรณ์การทดลอง และลดอันตรายอันจะเกิดกับผู้เรียนในกรณีที่การทดลองอาจเกิดอันตรายได้ เมื่อนักเรียนได้มีโอกาสเห็นการทดลองที่ครูสาธิต แทนที่จะต้องฟังครูอธิบายเนื้อหาบทเรียนเพียงอย่างเดียวนั้นย่อมก่อให้เกิดความรู้สึกนึกคิดบางประการที่มีต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ดังนั้น จากความสำคัญของหัววัดรังสี เพื่อใช้ตรวจสอบวัดกัมมันตภาพรังสี รวมทั้งความจำเป็นในการนำมาใช้ประกอบการสอนดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องกัมมันตภาพรังสีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

<u>ความมุ่งหมายของการวิจัย</u>

1. เพื่อสร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ และทดลองหาอัตราส่วนผสมของไอออนไนซิ่งแก๊ส (Ionizing gas) และเควันชิ่งแก๊ส (Quenching gas) กับความดันของแก๊สภายในหลอดที่เหมาะสมที่ทำให้หัววัดรังสีมีประสิทธิภาพการใช้งาน

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่เรียนจาก การสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย กับการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เรียนจาก การสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย กับการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้

1. ทำให้ได้หัววัดรังสีไปใช้งานสำรวจ และตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี ตลอดจนการนำไปใช้ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกัมมันตภาพรังสี

2. ทำให้ทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม

3. เป็นแนวทางในการพัฒนาการสร้างหัววัดรังสีให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และเป็นการวางพื้นฐานเทคโนโลยีสำหรับงานด้านนี้แก่นักวิจัยภายในประเทศ ในการออกแบบและสร้างเครื่องวัดรังสีด้วยตนเอง

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตเกี่ยวกับการสร้างหัววัดรังสี

1. สร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ ที่ทำด้วยแก้ว ณ โรงฝึกงานคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2. ศึกษาอัตราส่วนผสมของ ไอออนไนซิ่งแก๊ส และเคว้นช่ิงแก๊สที่บรรจุในหัววัดรังสี ดังนี้

2.1 ไอออนไนซิ่งแก๊ส 97.5% เคว้นช่ิงแก๊ส 2.5%

2.2 ไอออนไนซิ่งแก๊ส 90% เคว้นช่ิงแก๊ส 10%

2.3 ไอออนไนซิ่งแก๊ส 80% เคว้นช่ิงแก๊ส 20%

ในแต่ละอัตราส่วนศึกษาคุณสมบัติของหัววัดรังสีที่ความดันของแก๊ส 40, 80, 120, 160, 200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท โดยศึกษาอัตราการนับและโค้งพลาโต ของแต่ละส่วนที่ทดลอง ณ โรงฝึกงานคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ขอบเขตเกี่ยวกับการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 60 คน โดยสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายแบบจับสลากจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 123 คน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยวิธีจับคู่

กลุ่มที่ 1 กลุ่มทดลอง เรียนโดย การสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย

กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม เรียนโดย การสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 สอนกลุ่มละ 8 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

ทำการทดลองสอนเนื้อหาในเรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" ในวิชาฟิสิกส์ (ว.026)

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

5.1.1 การสอน จำแนกเป็น 2 แบบ คือ

5.1.1.1 การสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย

5.1.1.2 การสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2.2 เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อตกลงเบื้องต้น ประชากร หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ศึกษาโดยใช้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสมุทรปราการ ทั้งนี้ เพราะมีการจัดการชั้นเรียนในสภาพแวดล้อมคล้ายคลึงกัน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ หมายถึงหัววัดรังสีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการทำงานของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ โดยสร้างจากวัสดุราคาถูกที่มีภายในประเทศ ดำเนินการสร้างที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โรงฝึกงานคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2. การสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย หมายถึงการสอนที่ครูเป็นผู้อธิบาย ซักถาม เนื้อหาบทเรียน โดยมีอุปกรณ์ทดลองสาธิตประกอบการบรรยาย ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เป็นขั้นที่ครูสนทนาซักถามเกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมา และโยงเข้าสู่เนื้อหาที่จะสอนต่อไป ซึ่งเป็นทั้งการตั้งคำถาม และการนำเสนอด้วยตัวครูโดยการเขียนเนื้อเรื่องที่จะเรียนบนกระดานดำ

2.2 ขั้นอธิบายเนื้อหา

เป็นขั้นที่ครูต้องบรรยายเนื้อหาให้ชัดเจน ตามเค้าโครงที่วางไว้ โดยครูมีการสาธิตด้วยอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ประกอบ พร้อมทั้งซักถามนักเรียนเพื่อฝึกการสังเกต ตั้งสมมติฐาน การตีความหมายและลงข้อสรุปจากข้อมูล

2.3 ขั้นสรุป

เป็นขั้นที่ครู หรือนักเรียน สรุปประเด็นสำคัญ โดยโยงเนื้อหาตั้งแต่ต้นจนจบ ทำให้ผู้เรียนเห็นเค้าโครงของสิ่งที่เรียนอีกครั้ง และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย

3. การสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย หมายถึงการสอนที่ครูเป็นผู้อธิบาย ซักถาม เนื้อหาบทเรียน โดยมีภาพประกอบการบรรยาย ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

3.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เป็นขั้นที่ครูสนทนาซักถามเกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมา และโยงเข้าสู่เนื้อหาที่จะสอนต่อไป ซึ่งเป็นการตั้งคำถาม และการนำเสนอด้วยตัวครูโดยการเขียนเนื้อเรื่องที่จะเรียนบนกระดานดำ

3.2 ขั้นอธิบายเนื้อหา

เป็นขั้นที่ครูต้องอธิบายเนื้อหาให้ชัดเจน ตามเค้าโครงที่วางไว้ โดยครูมีภาพให้นักเรียนดูประกอบ พร้อมทั้งซักถามนักเรียนเพื่อฝึกให้นักเรียนได้สังเกต ฝึกตั้งสมมติฐาน และการตีความหมายและลงข้อสรุปจากข้อมูล

3.3 ขั้นสรุป

เป็นขั้นที่ครู หรือ นักเรียน สรุปประเด็นสำคัญ โดยโยงเนื้อหาตั้งแต่ต้นจนจบ ทำให้ผู้เรียนเห็นเค้าโครงของสิ่งที่เรียนอีกครั้ง และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ซึ่งวัดจากการตอบแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน

4.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงและการรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวที่เคยเรียนมา

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง การมีความสามารถในคุณสมบัติ 3 ประการ ได้แก่ การแปลความ การตีความและการขยายความ จากความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วได้

4.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือสถานการณ์แปลกใหม่ที่ไม่เคยได้รับ

4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในด้าน การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป

5. เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น และความพร้อมที่จะตอบสนองของนักเรียนที่มีต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการดำเนินการสอน สื่อการสอนและผลที่ได้รับจากการสอน ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบสอบถามเจตคติต่อการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1.1 เอกสารเกี่ยวกับหัววัดรังสี

1.2 เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยาย

1.3 เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต

1.4 เอกสารเกี่ยวกับเจตคติ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยาย

2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารเกี่ยวกับหัววัดรังสี

1.1 เครื่องมือวัดกัมมันตภาพรังสี

เครื่องมือสำหรับวัดกัมมันตภาพรังสีมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้งานแต่เครื่องมือวัดทุกประเภท จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. หัววัด (Detector) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานของกัมมันตภาพรังสีให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ที่เรียกว่า พัลส์ไฟฟ้า (Electrical pulse)

2. วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าที่รับมาจากหัววัด แล้วแสดงผลออกมาในลักษณะต่าง ๆ เช่น เสียง ตัวเลข วงจรเหล่านี้ได้แก่ วงจรสร้างความต่างศักย์ (Voltage Supply) วงจรขยายสัญญาณ วงจรตั้งเวลา วงจรนับ เครื่องวัดบางชนิดอาจต้องการส่วนประกอบที่พิเศษอื่น เช่น หน่วยแยกแยะ หน่วยวิเคราะห์ขนาดสัญญาณ หน่วยขยายตอนต้น ทั้งนี้

ขึ้นกับชนิด และรายละเอียดของงาน

1.2 ประเภทของหัววัดรังสี

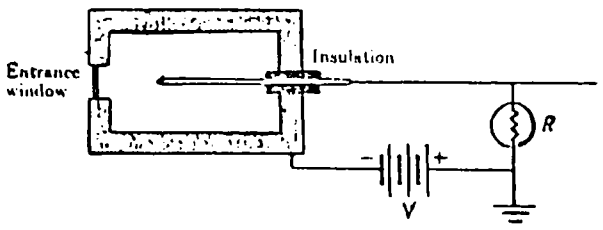
1.2.1 หัววัดชนิดบรรจุแก๊ส (Gas-filled detector)

หัววัดชนิดบรรจุแก๊ส ที่ยังใช้ปัจจุบัน และมีประโยชน์ในการวัดรังสีมาก และแพร่หลายมี 3 ชนิด ได้แก่

1.2.1.1 หัววัดแบบไอออนไนเซชัน-แชมเบอร์ (Gas ionization Chamber)

หัววัดของไอออนไนเซชัน มีหลายแบบแตกต่างกันไป ทุกแบบจะต้องประกอบด้วยวัตถุตัวนำรูปร่างทรงกระบอก ตรงกลางมีวัตถุที่เป็นตัวนำ ทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรดขั้งผ่านที่ปลายทั้งสองของอิเล็กโทรด ได้รับการหุ้มฉนวนอย่างดี แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่พอเหมาะค่าหนึ่งจะหล่อเลี้ยงระหว่างผนังแชมเบอร์และอิเล็กโทรดตรงกลาง แก๊สที่ใช้บรรจุในแชมเบอร์มักจะใช้อากาศแห้งที่ความดันปกติ แต่ก็อาจใช้แก๊สอย่างอื่นแทนเมื่อต้องการให้มันมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะ

ไอออนไนเซชันแชมเบอร์ สามารถวัดอนุภาคได้ทุก ๆ ชนิด ไม่ว่าจะเป็นไอออนไนเซชันอันดับแรกหรือลำดับสอง เครื่องมือชนิดนี้มีประสิทธิภาพเชิงเรขาคณิตสูง และวิธีใช้ก็ง่าย เหมาะสำหรับใช้วัดกัมมันตภาพรังสีจากสารตัวอย่างที่กัมมันตภาพจำเพาะ (Specific activity) ต่ำ ๆ



ภาพประกอบ 1 แสดงโครงสร้างของหัววัดรังสีชนิดไอออนไนเซชันแชมเบอร์

1.2.1.2 หัววัดแบบปรอปปอชันนอลเคาน์เตอร์ (Proportional Counter)

ใช้วัดไอโซโทปที่มีอัตราการสลายตัวสูง ๆ ได้ เพราะมีเดดไทม์ (deadtime) น้อยมาก เพียง $1x10^{-6}$ วินาทีเท่านั้น ประโยชน์ส่วนใหญ่ที่ได้จากเครื่องวัดแบบปรอปปอชันนอลจะเกิดจากการทำงานแบบ พัลส์ โดยถือหลักว่า ขนาดของพัลส์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นถูกกระทำในขณะที่ขนาดของพัลส์จากไอออนไนเซชันลำดับแรกถูกเก็บรักษาไว้ การเพิ่มทวีคูณของแก๊สทำให้การวัดอนุภาคนิวเคลียร์ที่มีพลังงานต่ำโดยวิธีวัดพัลส์ ที่เกิดจากการแตกตัวเป็นไอออนเป็นความจริงได้ เป็นวิธีที่ใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ง่าย ๆ เราอาจจะกล่าวได้ว่าเครื่องวัดแบบปรอปปอชันนอลนี้สามารถจะขยายขอบเขตของการวัดอนุภาคที่มีพลังงานต่ำ ๆ ซึ่งไอออนไนเซชันแชมเบอร์ชนิดวัดพัลส์ธรรมดา ไม่สามารถกระทำได้เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากอนุภาคพลังงานต่ำจะอยู่ที่ระดับเดียวกับสัญญาณรบกวน (noise) ของวงจรขยายสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ (electronic amplifier)

การเก็บรักษาขนาดของพัลส์ ที่เกิดจากไอออนไนเซชันลำดับแรกทำให้การแบ่งแยกชนิดต่าง ๆ ของรังสีซึ่งทำให้ไอออนไนเซชันลำดับแรกที่เกิดขึ้นแตกต่างกันไปสามารถเป็นไปได้ เช่น การนับอนุภาคอัลฟาที่อยู่ปนกับอนุภาคเบตา สามารถกระทำได้ง่ายด้วยการใช้ความแตกต่างใหญ่ ๆ ในการแตกตัวเป็นไอออนจำเพาะของอนุภาคทั้งสองชนิด โดยที่พัลส์ที่เล็กกว่าที่เกิดจากอนุภาคเพราะสามารถกำจัดออกได้โดยระบบการวัด เครื่องมือวัดชนิดนี้มีหลายแบบ เช่น แบบแก๊สไหล แบบปิด เป็นต้น

1.2.1.3 หัววัดแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ (Geiger-Muller Counter)

หัววัดนี้สามารถใช้วัดอนุภาคนิวเคลียร์ชนิดต่าง ๆ ที่ทำให้แก๊สบรรจุอยู่ในหลอดแตกตัวเป็นไอออนได้ทุกชนิดโดยไม่คำนึงถึงว่าจะให้ปริมาณของไอออนมากน้อยเท่าใด หลอดไกเกอร์-มุลเลอร์ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในการวัดอนุภาคอัลฟา อนุภาคเบตา รังสีแกมมา และรังสีเอกซ์ เป็นหัววัดที่เหมาะสมสำหรับการรับกัมมันตภาพรังสีดังกล่าวได้เป็นอย่างดี บางครั้งเราสามารถใช้หลอดไกเกอร์-มุลเลอร์เคาน์เตอร์ วัดอนุภาคอัลฟาและอนุภาคที่มีอำนาจในการเกิดการแตกตัวสูง อย่างไรก็ดีอนุภาคเหล่านี้มีระยะทางที่มันสามารถผ่านเข้าไปในวัตถุนั้นสั้นมาก จึงจำเป็นต้องใช้

หลอดที่ปลายของหลอดกันด้วยวัตถุบางมาก ๆ หรืออาจจะต้องเอาแหล่งกำเนิดรังสีที่ต้องการวัดนั้นวางไว้ในหลอด

1.2.2 หัววัดแบบซินทิลเลชัน (Scintillation Detectors)

เมื่ออนุภาคที่ก่อให้เกิดไอออนไนเซชันผ่านเข้าไปในวัตถุจะทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนและทำให้อยู่ในสถานะถูกกระตุ้น ซึ่งเมื่อไอออนเหล่านี้กลับเข้าสู่สถานะภาพปกติ จะเปล่งแสงและประกายวาวออกมา แสงที่เปล่งออกมานี้จะถูกจับด้วยหลอดโฟโตมัลติไพเออร์ (Photomultiplier Tube) เปลี่ยนแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าออกมาเป็นจังหวะที่เรียกว่า พัลส์ หัววัดแบบซินทิลเลชัน เป็นหัววัดรังสีที่สามารถจะนำไปใช้กับงานหลาย ๆ อย่างได้และพบว่า สามารถจะวัดอนุภาคนิวเคลียร์ได้เกือบทุกชนิด

1.2.3 หัววัดรังสีแบบใช้สารกึ่งตัวนำ

เป็นหัววัดที่สำคัญชนิดหนึ่ง อาศัยคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำ ในหัววัดแบบนี้จะสร้างสนามไฟฟ้าขึ้นในตัวกลางกึ่งตัวนำที่มีสภาพการนำไฟฟ้าต่ำ เมื่ออนุภาคที่มีประจุวิ่งผ่านตัวกลางจะทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน-โฮล (Electron-hole) ขึ้นในตัวกลางนั้นประจุจะถูกแบ่งแยกด้วยสนามและถูกรวบรวมที่อิเล็กโทรด เกิดเป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งขยายให้ใหญ่ขึ้นแล้วถูกบันทึกไว้หรือมิฉะนั้นก็จะถูกใช้ไปในการบอกเรื่องราวที่สำคัญ ๆ เกี่ยวกับอนุภาคที่กำลังวัด หัววัดแบบใช้สารกึ่งตัวนำนี้เป็นหัววัดที่สำคัญสำหรับเครื่องมือที่ทำงานแบบพัลส์ และกลายเป็นหัววัดรังสีที่ใช้ได้ในหลาย ๆ กรณีอย่างรวดเร็ว

1.2.4 หัววัดรังสีชนิดอื่น ๆ

ยังมีหัววัดชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิดที่ใช้กับปัญหาแต่ละปัญหา ขึ้นกับชนิดของงาน เป็นการนำไปใช้ในวงการเฉพาะ เช่น

- หัววัดคลาวด์แชมเบอร์ (Cloud chamber)
- หัววัดนิวเคลียร์นทรค เพลต (Nuclear - track plate)
- สปาร์คแชมเบอร์ (Spark Chamber)

- เชเรนคอฟเคาน์เตอร์ (Cerenkov Counter)
- เคมิคัลดีเทคเตอร์ (Chemical detector)
- แคลอริเมตริค เมทธอด (Calorimetric Method)
- นิวตรอนเคาน์เตอร์ (Neutron Countor)
- โดสมิเตอร์แบบเทอร์โมลูมิเนสเซนต์
- คอลลิเมเตอร์

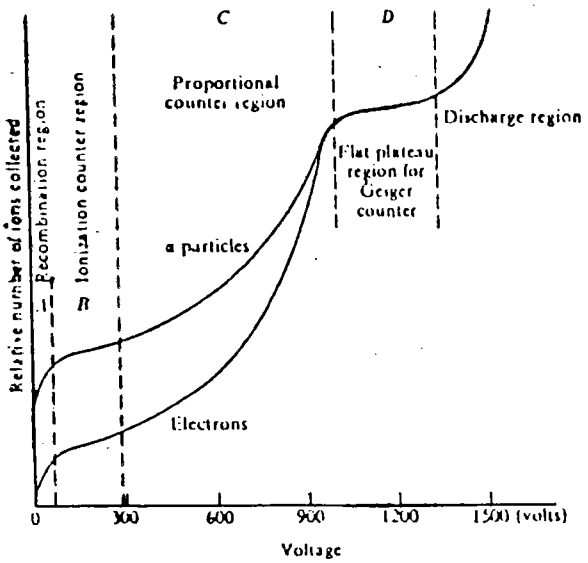
1.3 หลักการของเครื่องวัดรังสีแบบบรรจุแก๊ส (Gas filled countor) หรือแบบใช้สมบัติไอออนไนเซชันของอนุภาคในแก๊ส

เมื่ออนุภาคของรังสีเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปกระทบเป้าใด ๆ จะทำให้อะตอมหรือโมเลกุลของสสารที่เป็นเป้าซึ่งเป็นกลางนั้นเกิดการแตกตัว อยู่ในรูปของคู่ไอออนตลอดทางของการเคลื่อนที่ของรังสีนั้น ปริมาณการแตกตัวของโมเลกุลของสสารที่เป็นกลางจะมีจำนวนเท่าใดนั้น จะขึ้นกับขนาดพลังงาน และของอนุภาคของรังสีที่มากระทบ กับขนาดและประจุของอะตอมของสสาร กระบวนการของการแตกตัวของสสารนี้เอง เป็นหลักการเบื้องต้นของการออกแบบหัววัดรังสีชนิดใช้สมบัติไอออนไนเซชันของอนุภาคในแก๊ส

โดยที่กรณีนี้ สสารที่เราเลือกใช้ก็คือ แก๊ส นั่นเอง โดยกระบวนการดังกล่าวจะได้อนุภาคที่มีประจุหรือไอออนของแก๊สขึ้นมา ซึ่งเราสามารถนำไปวัดและศึกษาได้

โดยทั่วไปวิธีการจะเริ่มต้นด้วยการนำเอาแก๊สมาบรรจุในกระบอกแก้วบางปิด ซึ่งภายในมีกระบอกโลหะลักษณะปลายเปิดทั้งสองข้างและมีเส้นลวด ซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าอยู่ตรงกลาง ระหว่างผนังของกระบอกโลหะกับเส้นลวดตรงกลาง ทำให้มีค่าประจุต่างกัน โดยต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ปรับได้ ซึ่งจะมีผลให้เส้นลวดตรงกลางมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวกเมื่อเทียบกับผนังโลหะ นั่นคือ เกิดความต่างศักย์ขึ้น และความต่างศักย์ไฟฟ้านี้เองก่อให้เกิดสนามไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้แก๊สที่อยู่ภายในพร้อมที่จะแตกตัวเป็นประจุ เมื่ออนุภาคที่มีความเร็วสูงหรือรังสีวิ่งเข้ามาในหลอด และกระทบกับอะตอมที่เป็นกลางของแก๊สนี้ ก็จะทำให้แก๊สเกิดการแตกตัวเป็นประจุของแก๊สซึ่งอยู่ในรูปของคู่ไอออน ไอออนนี้จะเคลื่อนที่ไปยังขั้วไฟฟ้าที่มีประจุตรงกันข้าม ซึ่งเมื่อเราวัด

จำนวนประจุที่วิ่งเข้ามาหาขั้วไฟฟ้าของหัววัดจะพบว่า มันแปรเปลี่ยนไปตามความต่างศักย์ที่เครื่องมือได้รับในลักษณะที่อาจแบ่งเป็นช่วง ๆ คือ A, B, C, D และช่วงที่เกิด D ขึ้นไป ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไอออนที่นับได้กับความต่างศักย์

โดยในช่วง A นั้น จำนวนไอออนหรือขนาดของพัลส์ เพิ่มตามศักย์อย่างรวดเร็วพอสมควร ปกติเมื่อเกิดไอออนไนเซชัน คู่ไอออนที่เกิดนั้นจะกลับมารวมตัวกันใหม่เป็นอะตอม แต่เมื่ออยู่ในสนามไฟฟ้า คู่ไอออนบวกเคลื่อนที่ไปยังขั้วลบ แต่อย่างไรก็ตามในช่วง A นั้นความต่างศักย์ไฟฟ้ายังไม่แรงไม่พอที่จะแยกคู่ไอออนที่เกิดขึ้นได้ครบหมดทุกคู่ จึงยังมีบางคู่เกิดรวมตัวกันใหม่

จนมาถึงช่วง B เป็นช่วงที่สนามไฟฟ้าแรงพอเหมาะที่จะแยกไอออนลบและไอออนบวกจากคู่ไอออน ให้ไปสะสมที่ขั้วบวกและลบได้ครบทั้งหมด และเมื่อเพิ่มความต่างศักย์ ก็จะได้พัลส์ออกมามีขนาดคงที่ เพราะจำนวนไอออนลบที่จะไปถึงขั้วบวกในแต่ละค่าของความต่างศักย์ในช่วง B จะมีจำนวนเท่ากัน และทั้งหมดก็ไปถึงขั้วบวกโดยไม่มีการสูญเสียพลังงาน ช่วงนี้จึงเกิดความอิ่มตัว คือมีความคงที่และเป็นช่วงของการทำงานของเครื่องวัดแบบไอออนไนเซชันแชมเบอร์ เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ต่อไป จะได้ผลออกมาดังช่วง C ซึ่งถึงตอนนี้ปรากฏว่า ความต่างศักย์สูงจนกระทั่ง

ไอออนลบที่เกิดขึ้น จะวิ่งชนกับอะตอมของแก๊ส เกิดคู่ไอออนขึ้นอีกทอดหนึ่งหรือเรียกว่าเกิดไอออนไนเซชันทุติยภูมิ การทำงานของเครื่องวัดแบบนี้ เรียกว่า ปรอปปอชันนอล โดยใช้หลักการของไอออนไนเซชันของแก๊สที่สนามไฟฟ้าสูง ๆ แบบช่วง C เป็นหลัก

ช่วงที่ศักย์จากภายนอกสูงมากขึ้นไปอีก คือ ในช่วง D ถึงตอนนี้แม้ว่าจะมีไอออนลบเพียงตัวเดียวที่เกิดจากการไอออนไนเซชันปฐมภูมิ (ไอออนไนเซชันที่เกิดโดยตรงจากอนุภาคของรังสีมากระทบโมเลกุลของแก๊ส) ไอออนลบตัวนั้นก็สามารถไปทำให้เกิดไอออนลบอีกมากมาย (โดยการวิ่งชนโมเลกุลของแก๊ส) จนไม่เห็นความแตกต่างระหว่างจำนวนไอออนลบตัวต้น 1 ตัว หรือที่เกิดจากไอออนลบตัวต้น 10 ตัว ปรากฏการณ์นี้มีประโยชน์มาก ในการนำไปสร้างเครื่องวัดแบบที่เรียกว่าไกเกอร์-มุลเลอร์

1.4 หัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์

1.4.1 <u>ประวัติความเป็นมา</u>

หัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ โดยทั่วไปเรียกกันย่อ ๆ ว่า หัววัดจี-เอ็ม (G-M Counter) ถูกสร้างและนำมาใช้งานเป็นครั้งแรกโดยรัทเธอร์ฟอร์ด (Lord Ernest Rutherford) และไกเกอร์ (Hans Geiger) ในปี ค.ศ.1908 สามารถวัดอนุภาคอัลฟาจากเรเดียมได้ โดยเครื่องมือประกอบด้วยกระบอกทองเหลืองยาว 20 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 1.7 เซนติเมตร ตรงแกนกลางมีวัสดุคล้ายลวด ภายในกระบอกนี้บรรจุแก๊สความดันต่ำเอาไว้

ในปี ค.ศ. 1913 ไกเกอร์ได้พัฒนาเครื่องวัดแบบนี้ให้มีการป้อนความต่างศักย์ได้สูงขึ้นและทำงานได้ดีขึ้น ต่อมาในปี ค.ศ. 1924 นักฟิสิกส์ชาวสวิสชื่อ กรีแนคเชอร์ (H. Greinacher) พบว่า หลอกสูญญากาศสามารถนำมาใช้ขยายสัญญาณซึ่งได้มาจากการแตกตัวเป็นไอออนของแก๊สในหัววัดได้ จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1928 ไกเกอร์ ร่วมกับมุลเลอร์ (Erwin Wilhelm Muller) ชาวเยอรมัน พัฒนาหัววัดแบบนี้อีก โดยนำวงจรของหลอดสูญญากาศเข้ามาช่วย ทำให้หัววัดมีความไวสูงขึ้นจนสามารถนำไปใช้งานได้เป็นอย่างดีและใช้กันแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

1.4.2 <u>ลักษณะของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์</u>

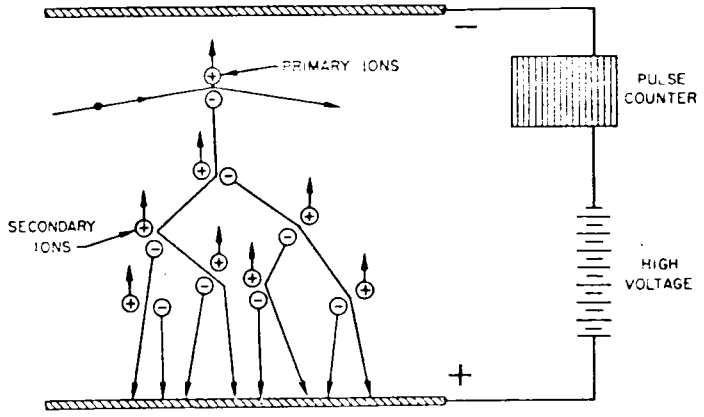
โดยทั่วไปในปัจจุบัน หัววัดจี-เอ็ม ประกอบด้วยหลอดแก้วบาง ๆ หรือโลหะทรงกระบอก ลักษณะปลายปิดทั้ง 2 ข้าง ภายในบรรจุแก๊สเฉื่อย ซึ่งเป็น ไอออนไนซิ่งแก๊ส

ผสมกับไอของสารอินทรีย์ หรือแก๊สหมู่ฮาโลเจน ซึ่งแก๊สที่มาผสมเรียกว่า เคว้นชิ่งแก๊ส (Quenching gas) ที่ระดับความดันต่ำกว่าบรรยากาศ

ภายในหลอด มีขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ขั้วหนึ่งเป็นโลหะสเตนเลส รูปทรงกระบอกอีกขั้วหนึ่งเป็นเส้นโลหะเล็กอยู่ตรงกลางของโลหะทรงกระบอกกลาง

1.4.3 หลักการทำงานของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์

ในกรณีที่หัววัดรังสีบรรจุเพียง ไอออนไนซิ่งแก๊ส เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นพวกแก๊สเฉื่อย เมื่อได้รับความต่างศักย์ไฟฟ้า จะกระตุ้นให้โมเลกุลของแก๊สเฉื่อยที่บรรจุแตกตัวเป็นไอออน เมื่อมีอนุภาคหรือรังสีผ่านเข้ามาในหัววัด ก็จะทำให้เกิดกระบวนการแตกตัวและได้คู่ไอออนขึ้นมา ไอออนแต่ละชนิดจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วไฟฟ้าที่มีประจุตรงกันข้าม โดยตลอดทางที่ประจุทั้งสองชนิดเคลื่อนที่ไปนั้น จะเกิดการชนกับโมเลกุลของแก๊สตลอดเวลา โดยเฉพาะไอออนลบซึ่งเคลื่อนที่ได้เร็วมาก และกำลังเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวก เมื่อเข้าใกล้เส้นลวด สนามไฟฟ้าที่ใกล้เส้นลวดซึ่งสูงมากก็จะทำให้เกิดไอออนลบมีพลังงานสูงพอที่จะชนกับโมเลกุลอื่น ๆ ของแก๊สเฉื่อยที่อยู่รอบ ๆ ทำให้เกิดการแตกตัว ไอออนที่เกิดขึ้นใหม่ ก็จะชนกับโมเลกุลอื่น ๆ ต่อไป ดังนั้น จำนวนไอออนจะเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วมาก กระบวนการดังกล่าวนี้เรียกว่า ทาวเซนต์ (Towsend) หรือ อวาเลนช์ (Avalanche) ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 3 แสดงกระบวนการทาวเซนต์ หรืออวาเลนช์ ในหัววัด จี-เอ็ม

ผลของอวาเลนซ์ หรือทาวเซนต์ จะก่อให้เกิด

1. โฟตอนพลังงานต่ำ เกิดจากการที่อะตอมของแก๊สที่เป็นกลางถูกกระตุ้น โฟตอนประเภทนี้ไม่ก่อให้เกิดกระบวนการแตกตัวขึ้นในหัววัด

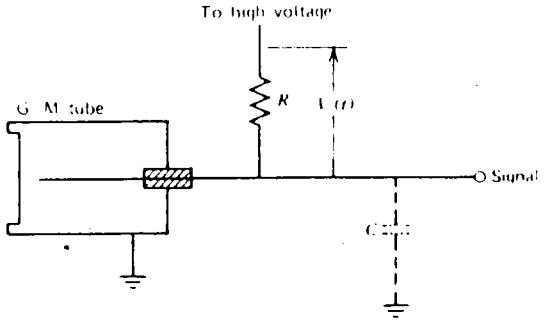
2. โฟตอนจากอะตอมของแก๊สที่เป็นไอออนบวก ซึ่งถูกกระตุ้นจากการชน เมื่อไอออนบวกนี้เคลื่อนที่เข้าใกล้ขั้วไฟฟ้าลบ โฟตอนประเภทนี้จะไปทำให้ไอออนลบหลุดจากขั้วไฟฟ้าลบ ที่เรียกว่า โฟโตไอออนลบ (Photoelectron) ซึ่งจะทำให้เกิดทาวเซนต์ หรืออวาเลนซ์ใหม่ขึ้นอีก

การแตกตัวเป็นประจุนี้ จะเกิดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งกระจายออกไป จนตลอดความยาวของเส้นลวด

เพื่อป้องกันการแตกตัวเป็นประจุอย่างต่อเนื่อง จึงมีการคิดกระบวนการระงับขึ้นมา โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ

1. <u>การระงับภายนอก</u> (External quenching)

เป็นการระงับโดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อเกิดแตกตัวเป็นประจุในหัววัด ก็จะเกิดสัญญาณของกระแสขึ้นที่วงจรภายนอกซึ่งต่อกับหัววัด สำหรับการระงับแบบนี้ ในวงจรจะต่อด้วยความต้านทานที่มีค่าสูง เมื่อมีกระแสไหลจะทำให้เกิดความต่างศักย์คร่อมความต้านทานนี้ และส่งผลให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าของขั้วไฟฟ้าลดลง การลดลงนี้จะทำให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุลดลง และกระแสจะลดลงไปสู่ศูนย์ ค่าความต่างศักย์ของลวดจึงกลับไปเท่าเดิม และเริ่มต้นวัดใหม่



ภาพประกอบ 4 แสดงการระงับแบบใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์

2. การระงับด้วยตนเอง

โดยใช้แก๊สบางชนิดผสมเข้ากับแก๊สเฉื่อย แก๊สที่ผสมนี้เรียกว่า เคว้นชิ่งแก๊ส แบ่งเป็น

2.1 ไอของสารอินทรีย์

หัววัดที่สร้างขึ้นโดยใช้ไอของสารอินทรีย์เป็นเคว้นชิ่งแก๊ส เรียกว่า หัววัดรังสี จี-เอ็ม แบบใช้ไอสารอินทรีย์เป็นเคว้นชิ่งแก๊ส (Organic quenching Countor) ประกอบด้วยส่วนผสมของแก๊ส 2 ชนิดคือ แก๊สเฉื่อย ซึ่งเป็น ไอออนไนซิ่งแก๊ส เช่น อาร์กอน กับไอสารอินทรีย์ เช่น เอทิล แอลกอฮอล์ ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเช่น 90:10 โดยคิดที่ระดับความดันรวมประมาณ 100 มิลลิเมตรของปรอท ข้อเสียของหัววัดแบบนี้คือ จะมีอายุการใช้งานจำกัด

2.2 แก๊สฮาโลเจน

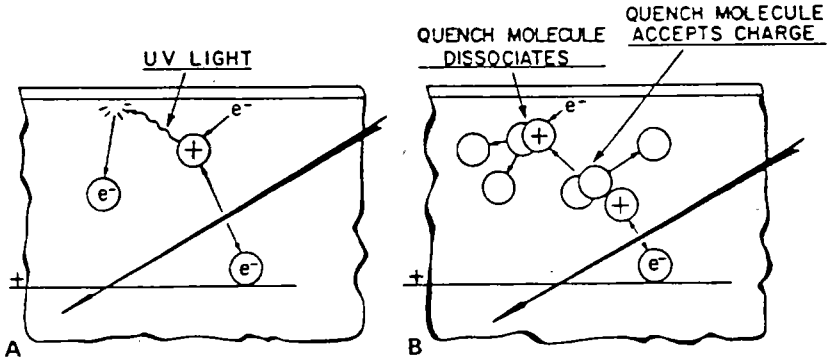
หัววัดที่สร้างขึ้นโดยใช้แก๊สฮาโลเจนเป็นเคว้นชิ่งแก๊ส เรียกว่า หัววัดรังสี จี-เอ็ม แบบใช้แก๊สหมู่ฮาโลเจนเป็นเคว้นชิ่งแก๊ส (Halogen quenched Countor) ลักษณะเหมือนแบบที่ 2 เพียงแต่เปลี่ยนเคว้นชิ่งแก๊สมาเป็นแก๊สฮาโลเจน เช่น คลอรีน โบรมีน ฯลฯ

การระงับแบบนี้แบ่งเป็น

1. ระงับโฟตอน โดยโรส (Rose) และคอร์ฟ (Korff) พบว่าการชนระหว่างไอออนลบกับโมเลกุลของไอสารอินทรีย์บางชนิดแบบไม่ยืดหยุ่น พลังงานของไอออนลบจะถูกถ่ายเทให้กับโมเลกุลของไอสารอินทรีย์ด้วยวิธีนี้ จะทำให้โฟตอนลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของแรมเซย์ (Ramsey) ที่ทดลองโดยใช้หัววัดแบบซ้อน โดยหัววัดบรรจุด้วยแก๊สเฉื่อยเพียงอย่างเดียว เมื่อหัววัด A เกิดการแตกตัวเป็นประจุ จะให้โฟตอนแก่หัววัด B หัววัด B ก็จะเกิดการแตกตัวเป็นประจุทุก ๆ ครั้ง แต่ถ้าหัววัดทั้งสองบรรจุด้วยเคว้นชิ่งแก๊ส จะพบว่า โฟตอนของไอออนของแก๊สเฉื่อยในหัววัด A จะถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลของเคว้นชิ่งแก๊สนี้ ก่อนที่จะมาถึงหัววัด B

2. ระงับไอออนบวกที่กำลังเคลื่อนที่มายังขั้วไฟฟ้าลบ ถ้าหัววัดปราศจากเคว้นชิ่งแก๊สเมื่อไอออนบวกของแก๊สเฉื่อย เคลื่อนที่เข้ามาใกล้ผิวของขั้วไฟฟ้าลบ (ประมาณ 10^{-7} - 10^{-8} เซนติเมตร) พลังงานในการทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนของไอออนบวก จะทำให้ไอออนลบจากโลหะที่เป็นขั้วไฟฟ้าลบหลุดออกมา และเกิดอวาเลนช์ขึ้น ซึ่งเราไม่ต้องการ ดังนั้น เราจะใส่เคว้นชิ่งแก๊สเข้าไปในหัววัด เคว้นชิ่งแก๊สจะให้ไอออนลบแก่ไอออนบวกของแก๊สเฉื่อย โดยตัวมันเอง

(เคว้นชิ่งแก๊ส) จะแสดงความเป็นประจุบวกออกมา แล้วเคลื่อนที่ไปยังขั้วไฟฟ้าลบแทน และดึงไอออนลบออกจากขั้วไฟฟ้าลบมาทำให้ตัวมันเองเป็นกลาง ซึ่งกระบวนการนี้ได้มีผู้ศึกษาไว้คือ คอร์ฟ และเพรสเซนต์ (Present) โดยเสนอให้ใช้เคว้นชิ่งแก๊สเป็นเอทิลแอลกอฮอล์



ภาพประกอบ 5 แสดงการระงับไอออนบวก

ต่อมา เพรสเซนต์ เสนอว่า แก๊สในหมู่ธาตุฮาโลเจน เช่น โบรมีน คลอรีน ไอโอดีน เป็นต้น ก็สามารถใช้เป็นเคว้นชิ่งแก๊สได้ และเกิดการระงับแบบไม่แยกตัวเองด้วย (เคว้นชิ่งแก๊สแบบนี้เมื่อแตกตัวแล้ว สามารถกลับมารวมตัวกันใหม่ได้อีก)

อย่างไรก็ตาม ในการใช้แก๊สทำหน้าที่เป็นตัวระงับนี้ มีหลักการในการพิจารณาคุณสมบัติของแก๊ส ที่ใช้เป็นเคว้นชิ่งแก๊สอยู่ 5 ประการ (Lapp. 1959 : 232)

1. เคว้นชิ่งแก๊สต้องมีศักย์ในการทำให้เกิดการแตกตัว (Ionization potential) ต่ำกว่า ไอออนไนชิ่งแก๊ส

Typical Geiger Muller Tube Gas Fillings

	Fillings	Ionization potential (V)	Pressure used
Ionizing gas	Ne	21·7	Various mixtures
	Ar	15·7	between 10 and
	Kr	14·0	500 mm Hg
Quenching vapours	Cl_2	12·8	1 mm Hg
	Br_2	13·2	1 mm Hg
	Ethyl alcohol	11·3	10 mm Hg
	Ethyl formate		10 mm Hg

ตาราง 1 แสดงศักย์ในการทำให้เกิดการแตกตัวและความดันของแก๊สชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในหัววัด จี เอ็ม

2. เคว้นชิ่งแก๊สต้องมีช่วงของการดูดกลืนรังสีเหนือม่วง (Ultraviolet) ที่กว้างมาก ๆ

3. เคว้นชิ่งแก๊สต้องมีการแตกตัวได้ดี เมื่อตกอยู่ในสถานะถูกกระตุ้น

ตาราง 2 แสดงชนิดและคุณสมบัติของไอออนไนซิ่งแก๊สในหัววัด จี-เอ็ม

Gas	Formula	1st Excitation Potential (volts)	Ionisation Potential (volts)	Electron Attachment Probability	Negative Ion Formed at Wall	Positive Ion From Which Formed	Negative Ion Formation Probability	Metastable Level (volts)	Emission Wave Length (A.U.)
Argon	A	11.6	15.7	0	—	—	—	11.6, 13.7	1048, 854
Helium	He	20.5	24.5	0	—	—	—	19.77	1236
Krypton	Kr	9.9	13.9	0	—	—	—	9.87	1850
Mercury	Hg	—	10.4	—	Hg^-	Hg^+	10^{-4}	5.43	736
Neon	Ne	16.6	21.5	0	—	—	—	16.6	1470
Xenon	Xe	8.3	12.1	0	—	—	—	8.27	—
Hydrogen	H_2	11.5	15.4	0	H^-	H_3^+	10^{-4}	—	—
Atomic Hydrogen	H	10.2	13.5	0	—	—	—	None	1215
Nitrogen	N_2	6.1	15.5	0	—	—	—	6.27	—
Atomic Nitrogen	N	—	14.5	—	—	—	—	2.37	1134
Oxygen	O_2	6	12.5	10^{-4}	O^- O_2^-	O_2^+ O_2^+	10^{-4} 10^{-4}	5.3, and 9	—
Atomic Oxygen	O	—	13.6	10^{-8}	—	—	—	2.4, and 9	3302
Carbon Dioxide	CO_2	—	14.4	0	O_2^- CO_2^-	CO_2^+ CO_2^+	10^{-4} 10^{-4}	5.6	—

หอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

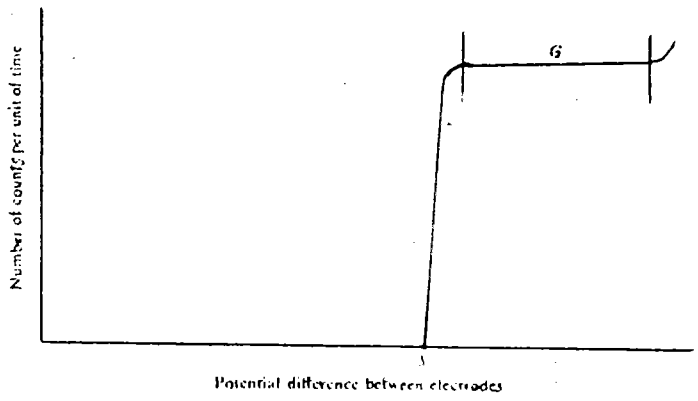
ตาราง 3 แสดงชนิดและคุณสมบัติของเคว้นชิ่งแก๊สในหัววัด จี-เอ็ม

Gas	Formula	Ionization Potential (volts)	Electron Attachment Probability	Negative Ion Formed in Gas	Energy to Form Negative Ion (volts)	Absorption Wave Lengths (A.U.)	Type of Spectra
Bromine	Br_2	12.3	10^{-3}	Br^-		1500	Continuous
Chlorine	Cl_2	13.2	10^{-3}	Cl^-		1600	Continuous
Carbon Monoxide	CO	14.1		O^-	20.9		
Nitric Oxide	NO	9.5	5×10^{-3}	O^-	7.0		
Carbon Dioxide	CO_2	14.4	0			1360 – 600	Bands
Carbon Disulfide	CS_2	10.4				3800–1200	Bands
Hydrogen Sulfide	H_2S	10.4	0	HS^-	3.7	1600–1190	Bands
	HS		10^{-6}				
Nitrogen Dioxide	NO_2	11.0				6700–2200	Bands
Nitrous Oxide	N_2O	12.9	0	O^-	1.7	3000–1760	Continuous
						1520–1050	Bands
						< 1000	Continuous
Sulfur Dioxide	SO_2	12.1	10^{-4}	SO^-	5.7	3800–1529	Bands
Water	H_2O	13.0	0	OH^-	5.4	1240 – 983	Bands
				O^-	7.6		
	OH	13.8	10^{-4}				
Ammonia	NH_3	10.5	0	NH_2^-	6.0	1620–1450	Bands
				NH^-	3	< 1200	Continuous
	NH^-		10^{-6}				
Acetylene	C_2H_2	11.6				2400–2000	Bands
Carbon Tetrachloride	CCl_4					4600–2300	Bands
Methane	CH_4	14.4				< 1450	Continuous
Chloroform	$CHCl_3$					< 2200	Continuous
Methyl Iodide	CH_3I	10.12				3600–2110	Continuous
						2100–1215	Diffuse
Ethyl Bromide	C_2H_5Br	10.24				2850–1900	Continuous
						< 1700	Diffuse
Ethyl Chloride	C_2H_5Cl					< 1700	Continuous
Pyridine	C_5H_5N	9.8				< 2500	Continuous
Ethyl Alcohol	C_2H_5OH	11.3				1633–1602	Bands
						1518	Diffuse
						< 700	Continuous
Acetone	CH_3COCH_3	10.1				3100–2940	Bands

178825

1.4.4 การทำงานของหัววัดรังสี จี-เอ็ม

หัววัดรังสีแบบ จี-เอ็ม เริ่มทำงาน เมื่อมีการจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้า จากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่หัววัด จนกระทั่งความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงพอที่หัววัดจะเริ่มต้นนับ ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่หัววัดเริ่มต้นนับเรียกว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้น เมื่อเราเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นเรื่อย ๆ อัตราการนับจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งมาถึงบริเวณหนึ่งอัตราการนับเกือบคงที่ แม้ว่าจะมีการเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าอีกก็ตาม ดังภาพประกอบ



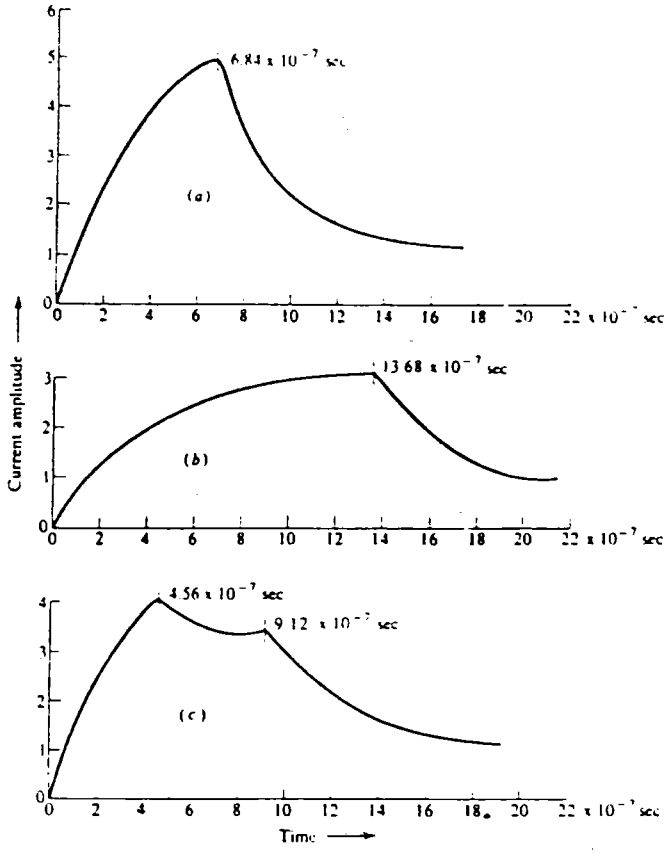
ภาพประกอบ 6 แสดงลักษณะกราฟที่ได้ของหัววัด จี-เอ็ม

บริเวณที่ราบที่ได้จากกราฟ (บริเวณ G) เราเรียกว่า โค้งพลาโต (Plateau curve)) หัววัดที่ดี จะมีช่วงความยาวโค้งพลาโต 100 โวลท์ขึ้นไป และความชันของกราฟย่านโค้งพลาโตจะต้องไม่เกิน 10 เปอร์เซนต์ต่อ 100 โวลท์ ณ จุดที่เริ่มเกิดโค้งพลาโตเราเรียกความต่างศักย์ไฟฟ้าจุดนี้ว่า Thershold potential

จากการที่อัตราการนับในช่วงโค้งพลาโตเกือบคงที่นี้เอง ทำให้ไม่จำเป็นต้องห่วงเรื่องความสม่ำเสมอของความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ โดยมากจะใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าสำหรับการปฏิบัติงาน (Operating Voltage) ประมาณ 25 เปอร์เซนต์ของช่วงความยาวนี้

ผลที่ได้รับของหัววัด จี-เอ็ม

จากการวัดของหัววัด จี-เอ็ม ผลที่ได้จะออกมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้า ที่เรียกว่า พัลส์ ดังภาพประกอบ ซึ่งขนาดของพัลส์นี้ จะไม่ขึ้นกับการแตกตัวปฐมภูมิ (อนุภาคหรือรังสีที่มาตกกระทบหัววัด จะให้ขนาดของสัญญาณเท่ากัน แม้จะมีพลังงานต่างกันก็ตาม) แต่จะขึ้นกับการเคลื่อนที่ของประจุในหัววัด และแปรผกผัน กับความจุของหัววัด โดยขนาดของพัลส์ จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตลอดช่วงความยาวของโค้งพลาโต พัลส์ที่ได้จากหัววัด จี-เอ็ม มีขนาดใหญ่ และคงที่แม้ว่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนไปทำให้ไม่ต้องใช้วงจรขยายและเครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง ๆ ด้วยเหตุนี้เอง ทำให้หัววัด จี-เอ็ม มีราคาถูกกว่าชุดหัววัดชนิดอื่น



ภาพประกอบ 7 รูปร่างของพัลส์ สำหรับหัววัด จี-เอ็ม เมื่อให้แหล่งกำเนิดรังสีอัลฟาอยู่ในตำแหน่ง (a) ตรงกลางหัววัด (b) ปลายข้างหนึ่งของหัววัด (c) 1/3 ของปลายข้างหนึ่งของหัววัด

1.4.5 ความเข้มสนามไฟฟ้า

ความเข้มสนามไฟฟ้าระหว่างโลหะรูปทรงกระบอกกลวงกับเส้นลวดโลหะ ที่เป็นแกนกลางของทรงกระบอก จะเป็นไปตามสูตร

$$E = \frac{V}{X \ Ln \ (b/a)}$$

เมื่อ V คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างโลหะทั้งสอง

X คือ ระยะห่างจากคู่ไอออนใด ๆ มายังแกนของทรงกระบอก

a คือ รัศมีของลวดโลหะซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้าบวก

b คือ รัศมีของกระบอกกลวงซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้าลบ

1.4.6 สัมประสิทธิ์ของการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization Coefficient)

ในกรณีที่แก๊สจำนวนหนึ่ง ปริมาตร V มีจำนวนโมเลกุลเป็นจำนวน N ความหนาแน่นของโมเลกุลคิดเป็น C

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

ให้แก๊สชนิดนี้มีโมเลกุลที่เกิดเป็นไอออน คิดเป็นจำนวน Nion โมเลกุล ต่อ หน่วยเวลา ดังนั้น จะมีอัตราการเกิดไอออนบวกเป็น Nion/หน่วยเวลา และมีอัตราการเกิดไอออนลบ Nion/หน่วยเวลา เช่นกัน (ซึ่งมีความหนาแน่นเท่ากันเป็น Cion)

$$Cion = \frac{Nion}{V}$$

ดังนั้น Cion จึงเป็นอัตราการเกิดคู่ไอออน (ion pair) ต่อหน่วยปริมาตรของแก๊ส อัตราส่วนระหว่างจำนวนไอออนชนิดเดียวกันต่อจำนวนโมเลกุลทั้งหมด เรียกว่าสัมประสิทธิ์ของการแตกตัวเป็นไอออน (α)

$$\alpha = \text{Nion/N} = \text{Cion/C}$$

1.4.7 สัมประสิทธิ์การแตกตัวของทาวเซนด์ (Towsend ionization Coefficient) ในช่วงความดันปกติของแก๊ส สัมประสิทธิ์การแตกตัวของทาวเซนด์ α จะเป็น

$$\alpha = kE$$

เมื่อ k คือ ค่าคงที่ของความเป็นปฏิภาค (Proportionality Constant)

E คือ ความเข้มสนามไฟฟ้า

1.4.8 ขนาดของการแตกตัวหรือขนาดของอวาเลนช์

หาได้จากการวัดการแตกตัวเป็นไอออนของอนุภาคของแก๊ส โดยถ้าพิจารณาที่สัมประสิทธิ์อันดับแรกของทาวเซนด์ η นิยามได้ว่า คือปริมาณการแตกตัวเป็นไอออนของแก๊สที่เกิดจากการชนของไอออนลบซึ่งกำลังเคลื่อนที่ผ่านความต่างศักย์ 1 โวลท์

นั่นคือ สัมประสิทธิ์ η เป็นฟังก์ชั่นของการได้รับพลังงาน ดังนั้นจำนวนไอออนลบหรือไอออนบวกซึ่งอยู่ในรูปของการสะสม m จะเป็น

$$m = \exp(\int \eta \, dv)$$

เมื่อ dv คือ ปริมาณการเปลี่ยนแปลงความเร็วของไอออนของแก๊ส

1.4.9 ความเร็วของไอออนลบ และไอออนบวกในแก๊ส

ความเร็วของไอออนในแก๊ส หาได้จาก

$$V = \mu E/P$$

เมื่อ μ คือ ค่าความสามารถในการเคลื่อนที่ (Mobility) ของไอออน

E คือ ความเข้มสนามไฟฟ้า

P คือ ความดันของแก๊ส

สำหรับค่า E/P ที่เท่ากัน ความเร็วของไอออนบวก จะมีค่าน้อยกว่าความเร็วของไอออนลบมาก เนื่องจากค่าความสามารถในการเคลื่อนที่ μ ของไอออนลบมีค่าสูงกว่า

จากเอกสารเกี่ยวกับหัววัดรังสี ทำให้ทราบว่าหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ เป็นหัววัดที่ใช้กันแพร่หลาย มีความสำคัญอย่างยิ่งในการใช้ตรวจสอบวัดกัมมันตภาพรังสี และทำให้มองเห็นแนวทางในการสร้างหลอดหัววัดโดยใช้แก้ว ตลอดจนทราบถึงความสำคัญในการผสมแก๊ส ไอออนไนซิ่งแก๊ส และเควันชิ่งแก๊ส ในอัตราส่วนที่เหมาะสม และความดันรวมแก๊สที่พอเหมาะ ที่ทำให้หัววัดนำไปใช้งานได้

2. การสอนแบบบรรยาย (Lecture method)

การสอนแบบบรรยาย หรือเรียกว่าการสอนแบบปาฐกถา (Lecture) นั้น หมายถึง การสอนโดยผู้สอนบอกความรู้ (Telling) หรืออธิบาย (Explaining) โดยนักเรียนเป็นผู้รับ การสอนบรรยายนั้นคือ การที่ครูพยายามอธิบายอย่างมีเหตุผล (The lecture is a method of exposition) (Bossing. 1963)

การสอนแบบบรรยายที่นำมาใช้ทางการศึกษา หมายถึง กระบวนการสอนที่ครูพยายามทำบทเรียนให้ชัดแจ้ง หรือการอธิบายให้นักเรียนมองเห็นแนวทาง (Majar idea) ในการแก้ปัญหา

2.1 ลักษณะเด่นของการสอนแบบบรรยาย (Special usefulness of lecture)

การสอนแบบบรรยายรวดเร็ว ประหยัด มีการลงทุนน้อย เป็นวิธีใช้กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ ๆ

ได้ดี แต่ไม่สามารถให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดอย่างเต็มที่ จึงมีผู้เสนอแนะการใช้วิธีสอนแบบบรรยาย (Bossing. 1963 : 139) ดังนี้

1. เมื่อต้องการประหยัดเวลาและแรงงาน และเรื่องที่ครูจะสอนเป็นเรื่องทั่ว ๆ ไป พูดแล้วนักเรียนเข้าใจได้ และมีความคงทนถาวร (retention) ในเรื่องที่รับเข้าไปหรืออาจใช้วิธีการบรรยาย-สาธิต (Lecture2demonstration) กับวิชาวิทยาศาสตร์ก็อาจจะช่วยประหยัดเวลาและอุปกรณ์กว่าให้นักเรียนทำการทดลองทุกคน และนักการศึกษาพบว่าวิธีสอนแบบบรรยาย-สาธิต ใช้ได้ผลดีกว่าการใช้แบบบรรยายเพียงอย่างเดียว

2. เมื่อครูต้องการอธิบายข้อมูลโดยครูเป็นผู้เสนอข้อมูล โดยให้นักเรียนทำการทดลองเรื่องทั่ว ๆ ไป ที่ครูเห็นว่านักเรียนสามารถเข้าใจได้

3. ใช้เมื่อเริ่มบทเรียนหรือเริ่มเรื่องใหม่หรือหน่วยใหม่หรือเมื่อสรุปบทเรียนหรือสรุปผลการทดลอง

4. เมื่อต้องการเร้าความสนใจตอนนำเข้าสู่บทเรียน ครูควรใช้วิธีการสาธกโวหาร (narative) ใช้เหตุการณ์ปัจจุบันเร่งเร้าความสนใจ

2.2 <u>การเตรียมการสอนแบบบรรยาย</u>

การเตรียมการสอนแบบบรรยาย (ประดับ เรืองมาลัย. 2524 : 279) กระทำดังนี้

1. ทำแผนการสอนโดยรัดกุม (Lesson planning) ควรทำให้ง่ายและชัดเจน ซ้อมตัวเองให้เกิดการมั่นใจในการใช้แผนการสอนนั้น เช่น

1.1 ศึกษาจากตำราหลาย ๆ เล่ม

1.2 จัดกระทำข้อมูลให้ง่ายและสะดวกแก่การใช้

1.3 เตรียมอุปกรณ์ประกอบการบรรยาย

1.4 เตรียมกิจกรรมเพื่อการปฏิบัติ

2. ศึกษาวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน

ควรศึกษาจุดมุ่งหมายการศึกษาโดยตลอด โดยเฉพาะจุดมุ่งหมายของการสอนแบบบรรยายควรจะแจ้งในใจครู ปัญหาต่าง ๆ ควรได้กระทำให้ชัดเจนกระจ่างไปทุก ๆ ขั้นตอน

3. ทำขั้นตอนอย่างต่อเนื่องชัดเจน

เนื่องจากการสอนด้วยวิธีการอธิบายโดยใช้เหตุผลนั้น จุดสำคัญก็เพื่อต้องการพัฒนาขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างกระจ่างชัดในปัญหาแต่ละขั้นตอน ดังนั้นการทำขั้นตอนการบรรยายจะช่วยให้การแก้ปัญหาได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

4. หาเครื่องมือประกอบการบรรยาย

สิ่งที่ช่วยประกอบบรรยายอาจเป็นภาพ เป็นสไลด์ เทปเรคคอท วิทยุ สิ่งเร้านี้ช่วยกระตุ้นความสนใจ และทำให้เข้าใจเร็วขึ้น

5. การบรรยายควรทำให้ชั้นเรียนสนุกสนานและเกิดความซาบซึ้ง

การเลือกอุปกรณ์ ควรเลือกให้เหมาะสมกับการบรรยายและเป็นที่น่าสนใจ เกิดความซาบซึ้งแก่นักเรียน และสร้างสรรค์ประสบการณ์ที่ดีแก่นักเรียน เปิดโอกาสให้มีการอภิปรายเป็นกลุ่ม โดยให้เกี่ยวโยงไปถึงการทำแผนการเรียนการสอนโดยละเอียด

6. ควรใช้การอุปมาน-อนุมานประกอบในการบรรยาย

ครูที่ฉลาดควรปรับวิธีการเหล่านี้เข้ากับวิธีทางจิตวิทยา เพื่อให้การสอนแบบนี้เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ขั้นตอนการสอนแบบบรรยาย (ประธาน วัฒนวาณิชย์. 2529 : 42)

ในการสอนแบบบรรยายมีขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้น คือ

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

อาจเริ่มสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง ด้วยการคุยซักถามเรื่องราวทั่ว ๆ ไปแล้วจึงค่อยนำเข้าสู่บทเรียน โดยการทบทวนการบรรยายครั้งก่อนในเวลาพอสมควร แล้วจึงค่อยโยงให้ต่อเนื่องกับเนื้อหาที่จะบรรยาย ต่อจากนั้นจึงเขียนเค้าโครงของเรื่องที่จะบรรยายไว้บนกระดาน หรืออาจจะเตรียมเค้าโครงของเนื้อหาที่จะบรรยายไว้ล่วงหน้า โดยเขียนไว้ในแผ่นโปร่งใส แล้วนำมาฉายบนเครื่องฉายข้ามศีรษะ หรืออาจพิมพ์หัวข้อมาแจกนักศึกษา ก่อนการบรรยาย โดยเรียงลำดับหัวข้อให้ต่อเนื่องและเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางให้นักศึกษามองเห็นภาพและความสัมพันธ์ของบทเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น แล้วจึงเข้าสู่เนื้อหา

2. ขั้นอธิบายเนื้อหา

ต้องบรรยายเนื้อหาให้ชัดเจน และเป็นขั้นตอนตามเค้าโครงที่ให้ไว้ ควรนำเสนอประเด็นที่สำคัยก่อน แล้วจึงขยายความโดยให้รายละเอียดเพิ่มเติม รวมทั้งยกตัวอย่างประกอบในบางครั้งอาจเริ่มการบรรยายด้วยคำถามซึ่งทำให้นักศึกษามีความสนใจ และก่อนที่จะขึ้นหัวข้อใหม่ควรจะสรุปสาระสำคัญที่ได้กล่าวแล้วอีกครั้งหนึ่ง ในขั้นนี้จะสังเกตว่าผู้บรรยายจะต้องศึกษาค้นคว้าและเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้ รวมทั้งการลำดับเนื้อหาสำคัยอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ในการดำเนินการบรรยาย นอกจากจะใช้การยกตัวอย่างประกอบแล้วตอนท้ายชั่วโมงอาจารย์อาจตั้งคำถามหรือปัญหาให้นักเรียนร่วมกันคิดและแก้ปัญหา ในการบรรยายบางครั้งอาจจะมีการเชิญวิทยากรมาพูด มีการสาธิตหรือใช้อุปกรณ์การสอนบ้าง

3. ขั้นสรุป

ขั้นนี้เป็นการสรุปประเด็นสำคัญหลังจากการบรรยายแต่ละครั้ง โดยโยงเนื้อเรื่องตั้งแต่ต้นจนจบ ทำให้ผู้เรียนเห็นเค้าโครงของสิ่งที่เรียนอีกครั้งหนึ่งได้ชัดเจนยิ่งขึ้น หรือในบางครั้งอาจให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปการบรรยายนั้นออกมาด้วยคำพูดก่อนจบการบรรยายแต่ละครั้ง ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามข้อสงสัย หรือแสดงความคิดเห็นและในบางครั้งอาจจัดให้มีการทดสอบย่อย หรือทำกิจกรรมซึ่งใช้เวลาไม่มากนัก เช่น จัดแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มโดยให้ร่วมมือกันอภิปรายหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ และให้แต่ละกลุ่มออกมารายงานหน้าชั้น

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสอนบรรยาย ทำให้เห็นถึงความจำเป็นของการสอนแบบบรรยาย ซึ่งยังคงต้องใช้อยู่ในปัจจุบัน สำหรับการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ การบรรยายที่ดีทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนนั้นครูควรมีการสาธิตทดลอง ประกอบการบรรยายด้วย

3. การสอนแบบสาธิต (Demonstration)

การสอนแบบสาธิตหมายถึง การสอนที่เป็นเทคนิคทางการสอนของครูอย่างหนึ่งที่เป็นการผสมกลมกลืนระหว่างการบรรยายประกอบกับการกระทำจริงด้วยวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือประกอบ

3.1 ประเภทของการสาธิต

ซันด์ และโทรบริดจ์ (Robert B. Sund and Lestic W. Trowbridge.

1967 : 117) ได้ศึกษาถึงวิธีการสาธิตและแบ่งการสาธิตออกเป็น 6 แบบ

1. ครูสาธิต (Teacher Demonstration) เป็นวิธีที่ดีที่สุดเพราะสามารถจะควบคุมระเบียบในชั้นเรียนไว้ได้ดีและนำเข้าสู่บทเรียนได้ง่าย

2. ครู-นักเรียนสาธิต (Teacher student Demonstration)

เป็นการสาธิตที่ครูและนักเรียนร่วมกันกระทำ ให้นักเรียนปฏิบัติเอง อาจเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือเป็นส่วนบุคคล การสาธิตแบบนี้ดีในแง่นักเรียนได้ปฏิบัติเอง หรือมีส่วนร่วมในกลุ่ม

3. นักเรียนเป็นกลุ่มสาธิต (Student Group Demonstration)

การสาธิตนี้จะให้ผลดีก็ต่อเมื่อนักเรียนให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง ควรใช้ในบางโอกาสเพื่อเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศเท่านั้น เพราะถ้าใช้กลุ่มที่นักเรียนทั้งชั้นไม่พอใจเป็นผู้สาธิต จะทำให้การเรียนไม่ได้ผลดี

4. การสาธิตโดยนักเรียนคนเดียว (Individual Demonstration) จะเป็นผลดีถ้าหากนักเรียนผู้สาธิตเป็นผู้ที่เพื่อนชอบและผู้สาธิตจะรู้สึกภาคภูมิใจ

5. วิทยากรสาธิต (Guest Demonstration)

โดยการเชิญวิทยากรที่มีความชำนาญมาสาธิต จะเป็นผลดีที่นักเรียนจะรู้สึกตื่นเต้นเพราะได้รับความแปลกใหม่ ได้เปลี่ยนบรรยากาศ

6. การสาธิตเงียบ (Silent Demonstration)

โดยครูจะสาธิตเป็นขั้นตอนอย่างมีระเบียบ นักเรียนจะเป็นผู้ใช้ความสามารถในการสังเกต การบันทึกข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลเอง โดยครูจะไม่แนะอะไรให้ การสาธิตแบบนี้ได้ประโยชน์ในแง่นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง

3.2 <u>ขั้นตอนของการสาธิต</u> (สมจิต สวธนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 212)

3.2.1 <u>ขั้นเตรียมกิจกรรม</u> ครูเตรียมหัวข้อเรื่องให้นักเรียนพิจารณา อาจจะระบุในรูปปัญหา หรือให้นักเรียนระบุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ซักถามถึงประสบการณ์ของนักเรียน อาจมีนักเรียนบางคนมีความรู้ ความเข้าใจ หรือเคยทดลองเรื่องนั้น ๆ มาแล้ว ก็ควรให้นักเรียนมาสาธิตให้เพื่อนในชั้นได้ดู หรือมิฉะนั้น ครูเป็นผู้สาธิตเอง ตามแต่จะสมควร นอกจากนี้อาจเตรียมคำถามบางคำถามไว้ให้นักเรียนเพื่อจะได้เป็นแนวทางของการสังเกตการสาธิตด้วย

3.2.2 ขั้นดำเนินการสาธิต ผู้สาธิตดำเนินการแสดงประกอบคำอธิบาย และประกอบการซักถามนักเรียนด้วย เพื่อฝึกฝนทักษะ การสังเกต และทักษะการแก้ปัญหา

3.2.3 ขั้นสรุปและประเมินผล ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงความรู้ที่ได้รับจากการสาธิต ตลอดจนทักษะที่สำคัญ ๆ ของการสาธิตนั้น ๆ และการประเมินผลเกี่ยวกับการสาธิต

3.3 ข้อควรคำนึงในการสอนแบบสาธิต (สมจิต สวธนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 118)

3.3.1 ครูควรแจ้งจุดประสงค์ของการสาธิตให้นักเรียนได้ทราบ จุดประสงค์ของการสาธิตในที่นี้มิได้หมายถึงผลของการสาธิต ถ้าครูใช้การสาธิตเป็นแนวทางให้นักเรียนบอกลำดับขั้นของการที่จะสาธิต และให้นักเรียนสังเกตการสาธิตเพื่อตอบคำถามตามแนวของการแสวงหาความรู้ซึ่งครูได้เตรียมคำถามไว้อย่างสอดคล้องกัน แต่ถ้าครูจะใช้การสาธิตเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการต่าง ๆ ครูก็ควรจะบอกผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นให้นักเรียนคอยสังเกต

3.3.2 ควรสังเกตความสนใจของนักเรียนและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเป็นระยะ ขณะที่มีการสาธิต

3.3.3 ควรเก็บอุปกรณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสาธิตไว้เสีย เพื่อไม่ให้ดึงความสนใจของนักเรียนไปจากการสาธิต

3.3.4 ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสาธิตแล้วแต่กรณี

3.3.5 ครูควรเตรียมพร้อมก่อนการสาธิต เช่น ทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์การทดลองดูเองก่อนเพื่อหาข้อบกพร่อง หรือเพื่อสำรวจว่าควรเน้นขั้นตอนใดมากน้อยเพียงไร

3.3.6 ควรจัดการให้นักเรียนทั้งชั้นสามารถมองเห็นการสาธิตได้อย่างทั่วถึง

3.4 ประโยชน์ของการสอนแบบสาธิต

ชัชวาล วิริยกุล (2527 : 25 อ้างอิงจาก พนอ กำเนิดกาญจน์. 2514 : 24 - 25) กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสาธิต ดังนี้

1. การศึกษาโดยได้ดูจากวิธีการสาธิต ย่อมก่อให้เกิดความเข้าใจ มั่นใจในการที่จะจดจำ และนำวิธีการเหล่านั้นไปใช้ได้ต่อไป อย่างได้ผล

2. สิ่งที่ครูแสดงให้ดูนั้น ย่อมเป็นแบบอย่าง เป็นแนวทางให้นักเรียน เลียนแบบอยู่แล้วโดยธรรมชาติ ถ้านักเรียนเข้าใจ และสนใจ รวมทั้งเลื่อมใสในวิธีการสาธิตนี้

3. การสาธิตเป็นวิธีการดึงดูดและเร้าความสนใจ ให้ติดตามในบทบาทหรือการสาธิตนั้น ๆ อยู่เสมอ

4. การสาธิตนั้น ถ้าผู้สอนนำไปใช้มีความชำนาญและประสบการณ์พอสมควร วิธีการนี้จะเป็นวิธีการที่ดีและได้ผลมากที่สุดวิธีหนึ่ง

5. วิธีการนี้สามารถแก้ไขข้อขัดข้องปัญหาต่าง ๆ ได้ทันท่วงที

6. วิธีการสาธิตนั้นเน้นในด้านการปฏิบัติและฝึกให้นักเรียนสังเกตพิจารณา

น้อมฤดี จงพยุหะ และคณะ (2517 : 43) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสาธิตไว้คือ

1. เร้าความสนใจของเด็กได้เป็นอย่างดีและสอดคล้องกับจิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็กที่กล่าวว่า เด็กมีความอยากรู้อยากเห็น และสนใจต่อสิ่งที่มองเห็นได้ เคลื่อนไหวได้

2. ส่งเสริมให้เด็กเข้าใจกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ อย่างแจ่มชัด

3. ส่งเสริมให้เด็กเกิดความคิดในรูปของปัญหามากขึ้น เพราะได้สังเกตดูด้วยตาตนเอง

4. ส่งเสริมให้เด็กเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ ในด้านการสังเกต การพิสูจน์ทฤษฎีต่าง ๆ โดยมีการแสดงข้อเท็จจริงให้ดู

จากเอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสาธิตทำให้ได้แนวคิดว่า การสอนแบบสาธิตเป็นการสอนวิธีหนึ่งที่ได้ผลดีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถประหยัดเวลา ประหยัดอุปกรณ์ ลดอันตรายอันจะเกิดกับผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนได้เห็นกระบวนการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเร้าความสนใจแก่ผู้เรียนอีกด้วย

4. <u>เอกสารเกี่ยวกับเจตคติ</u>

เจตคติ (Attitude) เป็นความเชื่อ ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งท่าทีที่แสดงออกที่บ่งถึงสภาพของจิตใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ได้มีผู้ให้ความหมายของเจตคติไว้หมายประการดังนี้ (ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2520 : 1 - 2)

เธอร์สโตน (Thurstone) กล่าวว่า เจตคติเป็นระดับของความมากน้อยของความรู้สึกในด้านบวกและลบที่มีต่อสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นอะไรได้หลายอย่าง เป็นต้นว่า สิ่งของ บุคคล

บทความ องค์การ ความคิด ความรู้สึกเหล่านี้ผู้รู้สึกสามารถบอกความแตกต่างว่า เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย

กอร์ดอน ออลพอร์ต (Gordon Allport) กล่าวว่า เจตคติหมายถึงสภาวะของความพร้อมทางด้านจิตซึ่งเกิดขึ้นจากประสบการณ์ สภาวะความพร้อมนี้จะเป็นแรงที่จะกำหนดทิศทางของปฏิกริยาของบุคคลที่จะมีต่อบุคคล สิ่งของ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

คลัทซ์ (D. Kaltz) กล่าวว่า เจตคติหมายถึง ส่วนประกอบสองส่วนประกอบ คือ ความรู้สึกในการที่จะชอบหรือไม่ชอบ และความรู้หรือความเชื่อซึ่งอธิบายถึงลักษณะ ตลอดจนความสัมพันธ์ของสิ่งหนึ่งที่มีต่อสิ่งอื่น ๆ

จากความหมายของศัพท์บัญญัติทางวิชาการศึกษาของไทย (กระทรวงศึกษาธิการ. 2499 : 16) กล่าวว่า เจตคติหมายถึงท่าทีความรู้สึกของคนซึ่งเป็นอำนาจ หรือแรงขับอย่างหนึ่งที่แฝงอยู่ในจิตใจมนุษย์ และพร้อมที่กระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2520 : 38) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมหรือแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น ไปในทิศทางหนึ่ง อาจเป็นไปในทางที่สนับสนุนหรือคัดค้านก็ได้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (กบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 53) กล่าวว่า เจตคติคือสภาพทางจิตใจของบุคคลที่เกิดจากประสบการณ์หรือการเรียนรู้ และมีความพร้อมเพื่อที่จะแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ ในทางหนึ่ง เช่น ชอบ ไม่ชอบ สนับสนุน หรือต่อต้าน เป็นต้น

วิรงรอง โรจนกุล (2530 : 26) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น และความพร้อมที่จะตอบสนองของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดซึ่งอาจเป็นไปในทิศทางต่างกัน

จากความหมายของเจตคติที่กล่าวมา สรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคล ที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่งจะแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเหล่านั้น ในทางใดทางหนึ่ง เช่น ชอบ ไม่ชอบ สนับสนุน หรือต่อต้าน ซึ่งแต่ละบุคคลอาจมีความคิดเห็นแตกต่างกันแล้วแต่ประสบการณ์ของบุคคล

4.1 ระดับของเจตคติ

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2522 : 11) ได้แบ่งเจตคติออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1. เจตคติเชิงนิมาน เป็นการแสดงออกในลักษณะความพอใจ เห็นด้วย สนับสนุน

2. เจตคติเชิงนิเสธ เป็นการแสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ยินดี ไม่ร่วมมือ ไม่ทำตาม

3. เจตคติที่เป็นกลาง เป็นการแสดงออกในลักษณะที่อยู่ระหว่างกลางไม่เข้าข้างเห็นด้วย หรือ ไม่เห็นด้วย รู้สึกเฉย ๆ ไม่ถึงกับชอบ หรือเกลียด

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 55) แบ่งเจตคติได้ 2 ระดับ

1. เจตคติเชิงบวก เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะพึงพอใจ และเห็นด้วย

2. เจตคติเชิงลบ เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย อาจทำให้บุคคลเบื่อหน่าย ชิงชัง ต่อต้าน

4.2 องค์ประกอบของเจตคติ

เจตคติจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีองค์ประกอบ 3 ประการ (ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2520 : 3) คือ

1. องค์ประกอบทางด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Component)

ได้แก่ ความคิด ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มนุษย์ใช้ในการคิด ความคิดนี้อาจจะอยู่ในรูปใดรูปหนึ่งแตกต่างกัน

2. องค์ประกอบทางด้านท่าทีความรู้สึก (Affective Component)

เป็นส่วนประกอบทางด้านอารมณ์ ความรู้สึก ซึ่งเป็นตัวเร้า ความคิดอีกต่อหนึ่ง ว่าบุคคลมีภาวะความรู้สึกที่ดี หรือไม่ดี ขณะที่คิดถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่

3. องค์ประกอบทางด้านการปฏิบัติ (Behaioral Component)

องค์ประกอบนี้เป็นองค์ประกอบที่มีแนวโน้มในทางปฏิบัติ หรือถ้ามีสิ่งเร้าที่เหมาะสม จะเกิดการปฏิบัติหรือมีปฏิกริยาอย่างใดอย่างหนึ่ง

4.3 แหล่งที่ทำให้เกิดเจตคติ

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520 : 64 - 65) กล่าวถึงแหล่งสำคัญที่ทำให้เกิดเจตคติ ดังนี้

1. ประสบการณ์เฉพาะอย่าง (Specific Experiences)

การเรียนรู้เจตคติวิธีหนึ่ง คือจากการมีประสบการณ์เฉพาะอย่างกับสิ่งที่เกี่ยวข้องกับเจตคตินั้น เช่น ถ้าเรามีประสบการณ์ที่ดีในการติดต่อกับบุคคลหนึ่ง เราจะมีความรู้สึกชอบบุคคลนั้น แต่ถ้าเป็นไปในทางตรงกันข้าม เราก็จะเกิดความไม่ชอบบุคคลนั้นขึ้น

2. การติดต่อข่าวสารกับบุคคลอื่น (Communication from Others)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่เด็กได้รับจากครอบครัว เช่น เด็กจะได้รับการสั่งสอน หรือบอกจากผู้ปกครองเสมอว่า "ไม่ควรคุยกันในเวลากินข้าว" เด็กก็จะมีเจตคติเช่นนั้นติดตัวไป

3. สิ่งที่เป็นแบบอย่าง (Models)

เจตคติบางอย่างสร้างขึ้นจากการเลียนแบบจากคนอื่น ขบวนการเกิดเจตคติโดยวิธีนี้เกิดได้โดยขั้นแรกจากเหตุการณ์บางอย่าง บุคคลจะมองเห็นว่าบุคคลอื่นมีการปฏิบัติอย่างไร ขั้นต่อไปบุคคลนั้นจะแปลความหมายของการปฏิบัตินั้นในรูปของเจตคติ ถ้าบุคคลนั้นให้ความเคารพ นับถือ ยกย่องบุคคลที่แสดงปฏิกริยานั้นอยู่แล้ว บุคคลนั้นจะยอมรับความเชื่อที่เขาคิดว่าบุคคลที่แสดงปฏิกริยานั้น ๆ มี

4. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสถาบัน (Instiutional Factors)

เจตคติของบุคคลหลายอย่างเกิดขึ้นจากสถาบัน เช่น โรงเรียน สถานที่ประกอบพิธีทางศาสนา หน่วยงานต่าง ๆ สถาบันเหล่านี้จะเป็นแหล่งที่มา และสิ่งช่วยสนับสนุนให้เกิดเจตคติบางอย่างได้

4.4 ประโยชน์ของเจตคติ

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520 : 4) กล่าวถึงประโยชน์ของเจตคติดังนี้

1. ช่วยทำให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โดยการจัดรูปหรือจัดระบบสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวบุคคล

2. ช่วยให้มี Self-estecm โดยช่วยให้บุคคลหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่ดี หรือปกปิดความจริงบางอย่าง ซึ่งนำความไม่พอใจมาสู่บุคคล

3. ช่วยในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่สลับซับซ้อน ซึ่งการมีปฏิกิริยาตอบโต้ หรือกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกไปนั้นส่วนมากจะทำในสิ่งที่นำความพอใจมาให้ หรือเป็นบำเหน็จรางวัลจากสิ่งแวดล้อม

4. ช่วยให้บุคคลสามารถแสดงออกถึงค่านิยมของตนเอง ซึ่งแสดงว่าเจตคตินั้นนำความพอใจมาให้บุคคลนั้น

4.5 การวัดเจตคติโดยวิธี Likert Method

วิธีการนี้สร้างขึ้นโดย Renis Likert กระบวนการของการสร้างแบบสอบถามก็โดยการสร้างข้อความ ขึ้นมาหลาย ๆ ข้อความให้ครอบคลุมหัวข้อที่เราจะศึกษา (ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2520 : 27 - 28) การตอบแบบสอบถามนี้มีข้อให้เลือกห้าข้อ คือ 1) เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2) เห็นด้วย 3) ไม่แน่ใจ 4) ไม่เห็นด้วย 5) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง การให้คะแนนนั้นขึ้นกับชนิดของข้อความว่าเป็นเชิงนิมาน (Positive) หรือเชิงนิเสธ (Negative)

ถ้าเป็นข้อความเชิงนิมาน (Positive Statement) การให้คะแนนจะเป็นดังนี้

ข้อเลือก	คะแนน
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4
เห็นด้วย	3
ไม่แน่ใจ	2
ไม่เห็นด้วย	1
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	0

ในกรณีที่ข้อความนั้นเป็นเชิงนิเสธ (negative statement) การให้คะแนนจะตรงกันข้ามดังนี้

ข้อเลือก	คะแนน
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	0
เห็นด้วย	1
ไม่แน่ใจ	2
ไม่เห็นด้วย	3
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4

มีการวิจัยหลายเรื่องที่ใช้วิธีของ Likert นี้ การให้คะแนนใช้จาก 1 ถึง 5 ซึ่งไม่ทำให้การตีความหมายของคะแนนแตกต่างกันอย่างไร

4.6 การสร้างเครื่องมือวัดเจตคติ

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติตามวิธีของ ? ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้ (ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2520 : 28 - 29)

1. พิจารณาว่าเราจะวัดเจตคติของใครที่มีต่ออะไร และให้ความหมายของเจตคติและสิ่งที่จะวัดนั้นให้แน่นอน

2. เมื่อตีความหมายของสิ่งที่จะวัดแน่นอนแล้ว ก็สร้างข้อความในแต่ละหัวข้อนั้น ๆ โดยให้คลุมเนื้อหาในหัวข้อเหล่านั้น และขณะเดียวกันก็พิจารณาว่าข้อความเหล่านั้นเป็นข้อความที่ถามเกี่ยวกับความรู้สึก หรือความเชื่อของผู้ตอบ โดยคำนึงถึงหลักในการสร้างแบบสอบถาม ดังนี้

2.1 ข้อความควรจะเขียนในแง่ความรู้สึก ความเชื่อ หรือความตั้งใจที่จะทำสิ่งหนึ่ง สิ่งใดไม่ใช่เป็นข้อเท็จจริง (fact) เช่น ไม่ใช่ ประชากรอายุต่ำกว่า 15 ปี ในประเทศไทยมีประมาณร้อยละ 45

2.2 ข้อความที่บรรจุลงในสเกลจะต้องประกอบด้วยข้อความที่เป็น positive และ negative คละกันไป

2.3 ข้อความแต่ละข้อความจะต้องสั้น เข้าใจง่าย ชัดเจน

จำนวนข้อความที่สร้างขึ้นครั้งแรกนี้ควรจะมีประมาณ 30 ข้อความขึ้นไป เพราะจะต้องเลือกข้อความให้เหลือประมาณ 20-25 ข้อความ ในแต่ละหัวข้อของสิ่งที่เราจะวัด เมื่อได้ข้อความเพียงพอแล้วก็บรรจุลงในสเกล โดยให้มีข้อเลือก 5 ข้อ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4.7 ข้อเสนอแนะในการสร้างข้อความเพื่อวัดเจตคติ

การวัดเจตคติที่ดีขึ้นอยู่กับการเขียนข้อความที่ใช้วัดเจตคติว่าเขียนได้ดีแค่ไหน นักวัดเจตคติหลายคนได้เสนอแนะในการสร้างข้อความเพื่อวัดเจตคติดังนี้ (เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. 2520 : 42-43)

1. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่อ้างถึงอดีตหรือสิ่งที่ผ่านมาแล้ว เพราะในปัจจุบันเจตคติต่อสิ่งที่ผ่านมาแล้วนั้นอาจจะไม่สอดคล้องกับเจตคติที่มีต่อสิ่งนั้นในขณะที่สิ่งนั้นเกิดขึ้นก็ได้ฉะนั้นการศึกษาเจตคติควรใช้ข้อความนั้นกล่าวหรืออ้างถึงเหตุการณ์ปัจจุบันมากกว่า

2. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นจริงหรือตีความได้ว่าเป็นจริงตามข้อความนั้น ๆ เพราะจะทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามนั้น ตอบสนองไปในทิศทางเดียวกันหมด ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วค่าอำนาจการจำแนกจะต่ำมาก ไม่สามารถจะนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไปได้

3. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่กำกวมหรืออาจตีความมากกว่าหนึ่งอย่าง เพราะจะทำให้ผู้ตอบเกิดความรู้สึกไม่แน่ใจ หรือไม่สามารถตัดสินได้ว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย กับข้อความนั้น ฉะนั้นข้อความวัดเจตคตินั้นควรใช้รูปประโยคอย่างง่าย สั้นกระทัดรัด (ประมาณ 20 คำ) รัดกุม ชัดเจน

4. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่ไม่อาจแสดงความคิดเห็น หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่จะพิจารณา

5. ข้อความแต่ละข้อความต้องแสดงความคิดเพียงความคิดเดียวที่สมบูรณ์ในตัวของมันเอง

6. พยายามเลือกใช้ข้อความที่มีลักษณะเป็นกลาง ซึ่งจะช่วงให้ครอบคลุมพิสัยหรือช่วงเจตคติทั้งหมดได้ดี ฉะนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงคำบางคำ ที่บ่งกว้าง ๆ เช่น ทั้งหมด เสมอ ไม่เคยเลย ฯลฯ

7. ถ้าหลีกเลี่ยงคำที่บอกลักษณะที่ชี้เฉพาะได้เช่น เท่านั้น เพียงแต่ หรือเพียงเล็กน้อยก็ควรหลีกเลี่ยงเสีย

8. พยายามหลีกเลี่ยงการใช้ข้อความในรูปประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

จากเอกสารเกี่ยวกับเจตคติทำให้ได้แนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นควรคำนึงถึง เจตคติต่อการสอนของผู้เรียนด้วย ควรจัดกิจกรรมที่เหมาะสมที่ผู้เรียนสนใจและเห็นชอบ เมื่อศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติ ทำให้ได้แนวทางในการสร้างแบบสอบถาม เพื่อใช้ศึกษาวิจัย โดยใช้แบบวิธีของลิเคิร์ท (Likert) เพราะสามารถวัดเจตคติ ความคิดเห็นได้ค่อนข้างกว้าง และชัดเจน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนบรรยาย

จาคอปสัน (Jacobson. 1969 : 109 - 112) ศึกษาเกี่ยวกับการสอนความคิดรวบยอด โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยจำนวน 60 คน เป็นกลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน กลุ่มทดลองมีอุปกรณ์ประกอบการสอน กลุ่มควบคุมไม่มีอุบกรณ์ประกอบการสอน ดูรายการสัมพันธ์เป็นช่วง ช่วงละ 4 วินาที ผลปรากฏว่า ในกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับสติปัญญาสูงใช้จำนวนครั้งในการเรียนรู้ความคิดรวบยอดน้อยกว่า และจำนวนครั้งที่ตอบผิดก็น้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีสติปัญญาต่ำภายในกลุ่มเดียวกัน และในกลุ่มทดลองที่สอนโดยมีอุปกรณ์ประกอบการสอนสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม จากผลการวิจัยจึงสรุปได้ว่า การใช้อุปกรณ์การสอนจะช่วยให้การสอนความคิดรวบยอดได้ง่ายกว่าไม่ใช้อุปกรณ์

โอเวน (Owen. 1959 : 207 - 213) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์โดยการทดลองปฏิบัติการ กับไม่มีการทดลองปฏิบัติการที่มีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความสามารถเกี่ยวกับความจำ และนำไปใช้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวน 108 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยถือเกณฑ์ระดับเชาว์ปัญญา และอายุเท่า ๆ กัน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองเรียนโดยปฏิบัติการทดลอง กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่มีการปฏิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่ากลุ่มที่ไม่มีการปฏิบัติการทดลอง

ยัง (Young. 1970 : 53) ได้ศึกษาผลการใช้อุปกรณ์ และวิธีสอนให้นักเรียนรู้จักเรียนรู้อย่างอิสระ โดยจัดเหตุการณ์ขึ้นมาเร่งเร้าให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบบรรยาย กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยใช้อุปกรณ์ และมีการกระตุ้นเร้าให้นักเรียนเข้าใจ กลุ่มทดลองที่ 2 ใช้การอภิปรายโดยกระตุ้นเร่งเร้าให้พยายามหาคำตอบมาอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่ใช้อุปกรณ์การทดลองมีความสามารถในการอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้มากกว่ากลุ่มควบคุม

เอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต

นิมิตร มาศเกษม (2517 : 34 - 35) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ซึ่งได้รับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนโดยวิธีการสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลอง โดยแบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็น กลุ่มทดลองสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะโดยวิธีสาธิตกับนักเรียนกลุ่มที่หนึ่ง และสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลองกับนักเรียนกลุ่มที่สอง ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. กลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีสาธิตและกลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. กลุ่มนักเรียน ที่สอนด้วยวิธีการสาธิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้าน การแก้ปัญหาดีกว่า กลุ่มนักเรียนที่สอนด้วย วิธีปฏิบัติการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. กลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีสาธิต และกลุ่มที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05 แต่กลุ่มที่สอนด้วยวิธีสาธิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีกว่า กลุ่มที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .10

จอห์น (Kenneth W. John. 1966 : 994 - 995) ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักเรียนระดับ 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมสอนโดยการบรรยายและสาธิตให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนบ้างและให้งานทำเป็นการบ้าน ส่วนกลุ่มทดลองสอนโดยไม่ใช้ตำรา ไม่กำหนดงานให้ไปอ่าน ไม่มีการบรรยาย แต่ให้ผู้เรียนใช้เอกสารที่เป็นคู่มือแนะนำกิจกรรมต่าง ๆ ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุมในด้านการคิดหาเหตุผลการแก้ปัญหา และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหาวิชา

รูดอล์ฟ (William Rudolf. 1970 : 2750 - 2754) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน 2 วิธี กับนักเรียนระดับ 7 จำนวน 133 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ให้กลุ่มหนึ่งเรียนโดยการปฏิบัติการทดลอง นักเรียนแต่ละคนมีส่วนวางแผนและรับผิดชอบในกิจกรรมการ

เรียนร่วมกัน อีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยครูเป็นผู้สาธิตการทดลอง นักเรียนเป็นผู้สังเกตเท่านั้น ไม่มีส่วนร่วมในการวางแผนการสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความรู้ (Cognitive Outcome Knowledge) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2. นักเรียนกลุ่มที่ครูเป็นผู้สาธิตการทดลองมีสมรรถภาพด้านความเข้าใจสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการปฏิบัติการทดลอง

3. นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความเข้าใจสูงกว่าสมรรถภาพด้านความรู้อย่างมีนัยสำคัญ

สเตรลี (Joseph A. Strehle. 1964 : 2386) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์การสำรวจ กับนักเรียนระดับ 7 โดยแบ่งผู้เรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้เรียนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งให้เรียนโดยวิธีบรรยายและครูสาธิตการทดลองให้ดู ผลปรากฏว่า การทดสอบครั้งแรกผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบครั้งหลังกลุ่มที่สอนโดยการบรรยายและสาธิตการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นว่าการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีอุปกรณ์การทดลองสาธิตให้นักเรียนดู เป็นวิธีที่ดีวิธีหนึ่ง ที่น่าจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจได้เป็นอย่างดี การสร้างอุปกรณ์การทดลองขึ้นใช้ในการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาการเรียนรู้ ในวิชาวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น

<u>สมมติฐานการวิจัยทางการศึกษา</u>

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยายกับนักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยายกับนักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยายมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนสมุทรปราการ จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน เรียนโดยการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย

กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน เรียนโดยการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. สุ่มกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากรายชื่อของนักเรียนมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2. จากจำนวนที่จับสลากมา 60 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยวิธีการจับคู่

3. จับสลากอีกครั้งหนึ่ง เพื่อเลือกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (ว.026) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง "กัมมันตภาพรังสี"

เวลาที่ใช้การศึกษาค้นคว้า

ทำการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 8 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย

1. หัววัดรังสีแบบไกเกอร์ - มูลเลอร์
2. แผนการสอนวิชาฟิสิกส์ (ว.026) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
   เรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" มี 2 แบบ คือ
   2.1 แผนการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย
   2.2 แผนการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

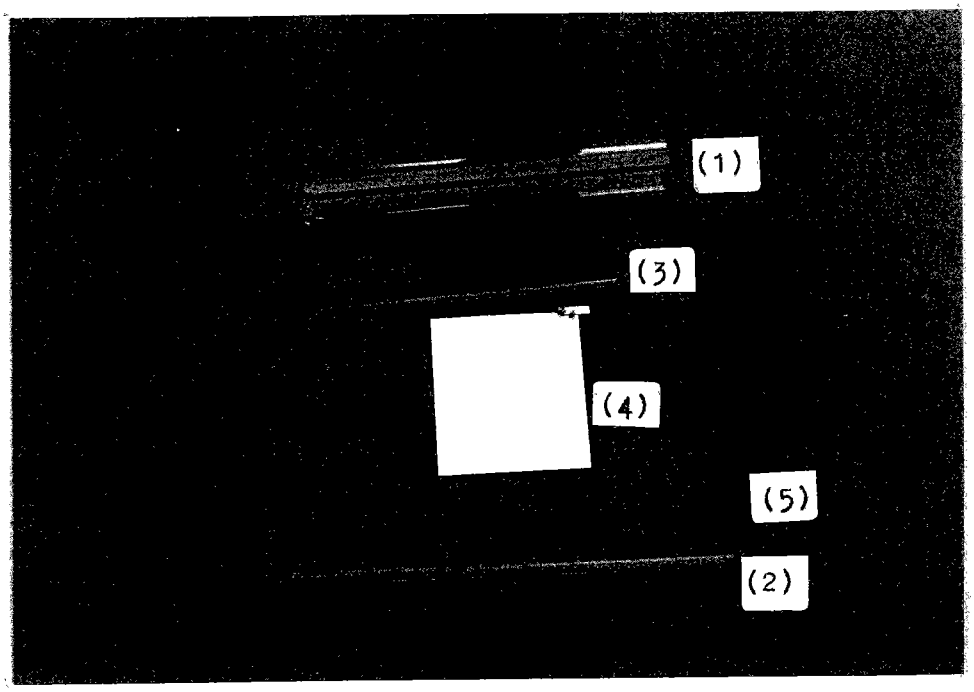
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. การสร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์ - มูลเลอร์
   1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้าง
      1.1.1 หลอดแก้วไพเรกซ์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร
      1.1.2 หลอดแก้วไพเรกซ์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร

1.1.3 แผ่นสเตนเลส กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 6.5 เซนติเมตร

1.1.4 เส้นลวดทังสเตน ความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร
มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.04 นิ้ว

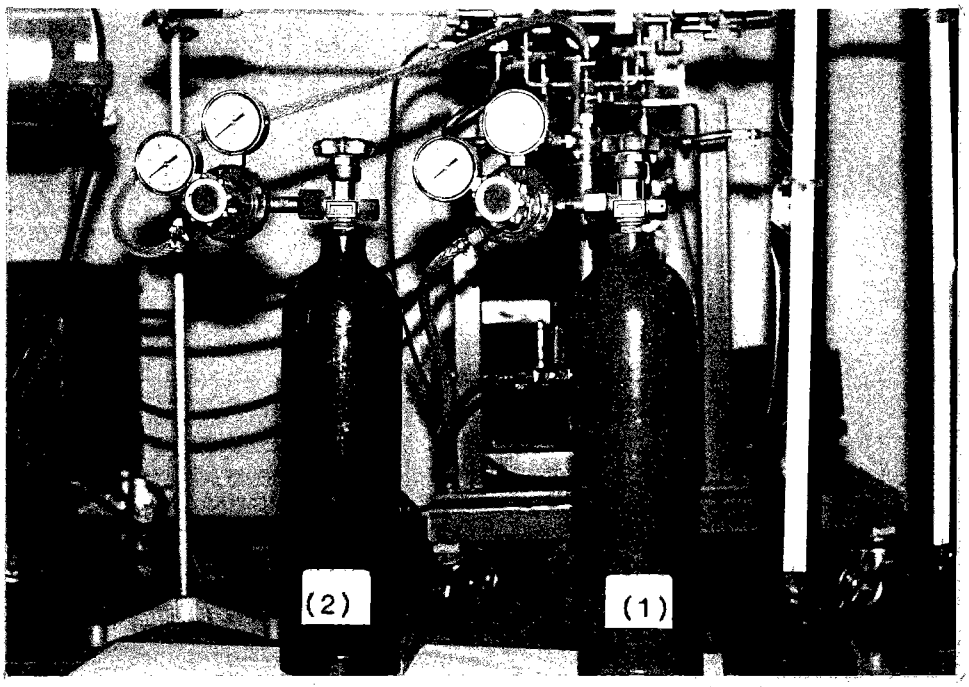
1.1.5 หลอดแก้วไพเรกซ์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 เซนติเมตร



ภาพประกอบ 8 แสดงอุปกรณ์ในการสร้างหัววัดรังสี (1) หลอดแก้วไพเรกซ์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร (2) หลอดแก้วไพเรกซ์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร (3) หลอดแก้วไพเรกซ์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 เซนติเมตร (4) แผ่นสเตนเลส (5) เส้นลวดทังสเตน

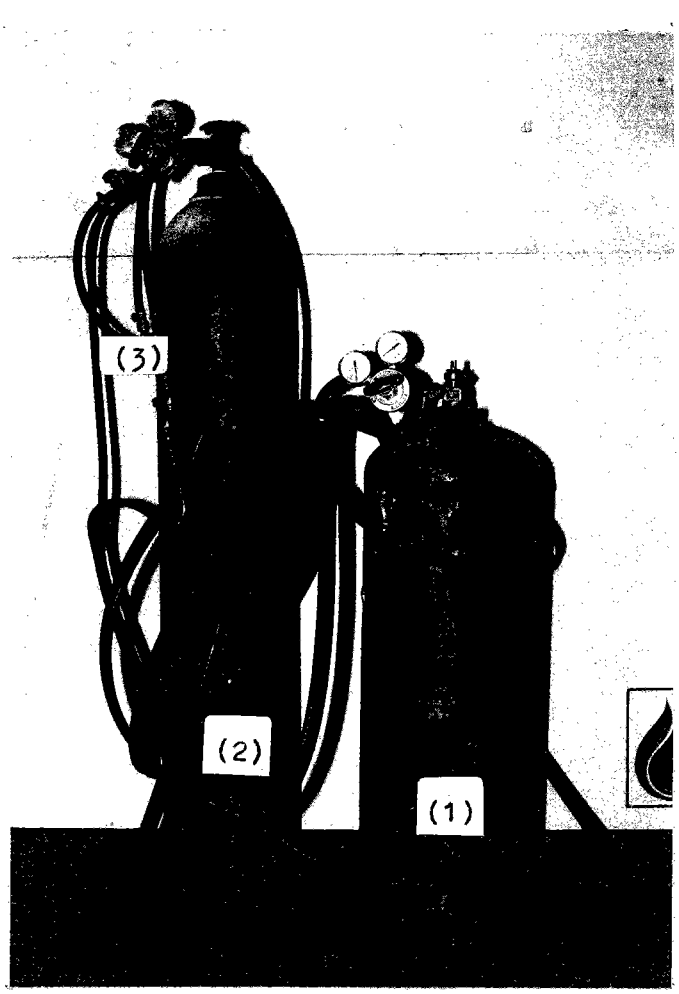
1.1.5 แก๊สที่ใช้บรรจุในหัววัดรังสี

- ไอออนไนซิ่งแก๊ส ใช้ แก๊สอาร์กอน
- เคว้นชิ่งแก๊ส ใช้ แก๊สมีเธน



ภาพประกอบ 9 แสดงแก๊สที่ใช้บรรจุในหัววัดรังสี (1) แก๊สอาร์กอน
(2) แก๊สมีเธน

1.1.6 อุปกรณ์การเป่าแก้ว



ภาพประกอบ 10 แสดงอุปกรณ์ในการเป่าแก้ว

(1) แก๊สอะเซตทิลีน

(2) แก๊สออกซิเจน

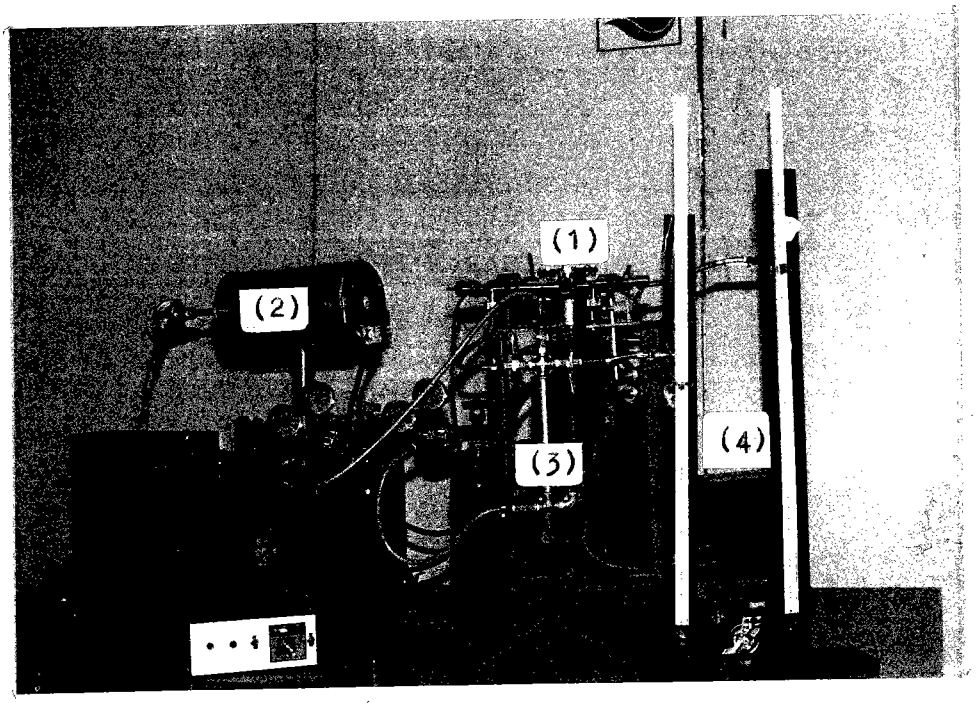
(3) หัวเชื่อมแก๊ส

1.1.7 เครื่องดูดอากาศ

1.1.8 เครื่องอบไฟฟ้า

1.1.9 ถังผสมแก๊ส

1.1.10 เครื่องวัดความดันของแก๊ส



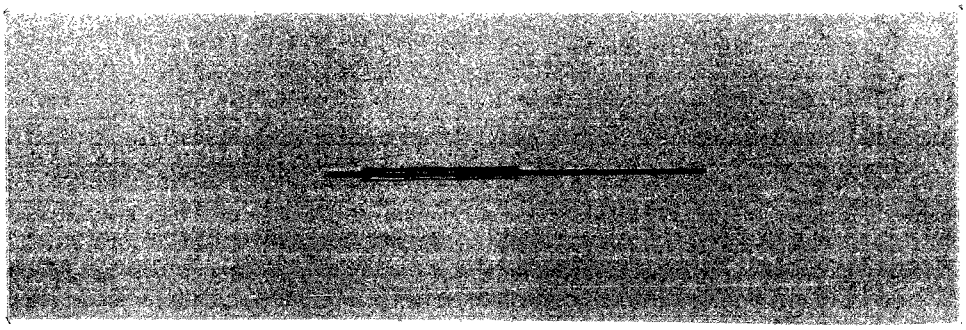
ภาพประกอบ 11 แสดงอุปกรณ์ดูดอากาศและบรรจุแก๊ส ของหัววัดรังสี

(1) เครื่องดูดอากาศ (2) เครื่องอบไฟฟ้า

(3) ถังผสมแก๊ส (4) เครื่องวัดความดันของแก๊ส

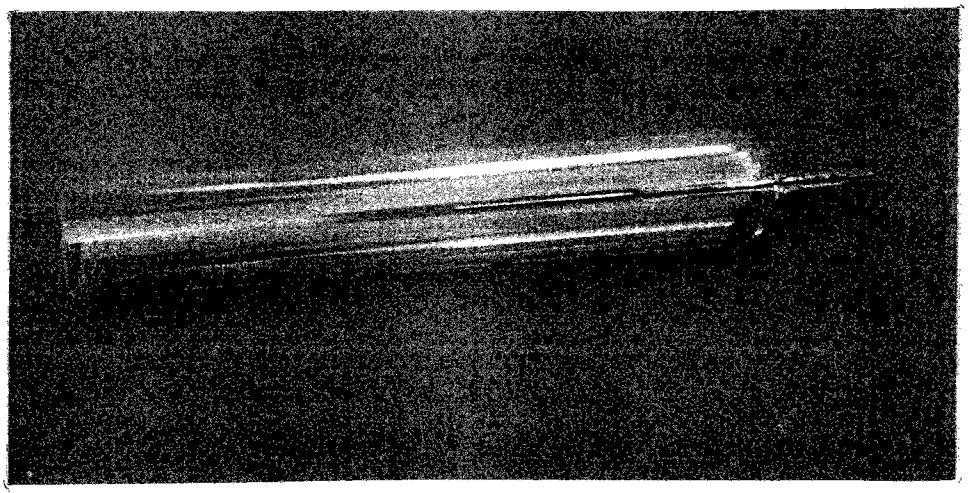
1.2 วิธีการสร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์

1. เชื่อมแก้วหุ้มติดกับลวดทังสเตนที่ใช้เป็นขั้วบวกให้ลวดทังสเตนที่เชื่อมหุ้มด้วยแก้วมีสีเหลือง ค่อนข้างแดง



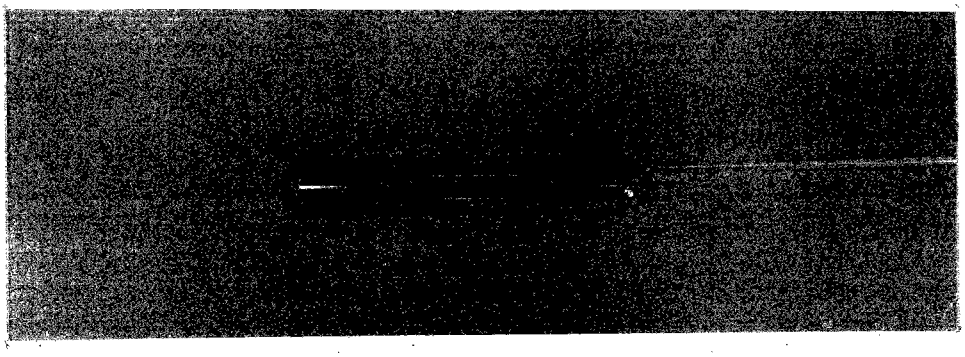
ภาพประกอบ 12 แสดงวิธีเชื่อมแก้วไพเรกซ์หุ้มเส้นลวดทังสเตน

2. เปาเจาะรูก้นหลอดแก้วไพเรกซ์ตรงกลางให้เป็นช่อง นำลวดทังสเตนที่ใช้ทำขั้วไฟฟ้าบวกใส่ในหลอดแก้วไพเรกซ์ เชื่อมแก้วให้ติดกันเป็นเนื้อเดียว เพื่อไม่ให้อากาศรั่วเข้าได้ ดังภาพประกอบ 13



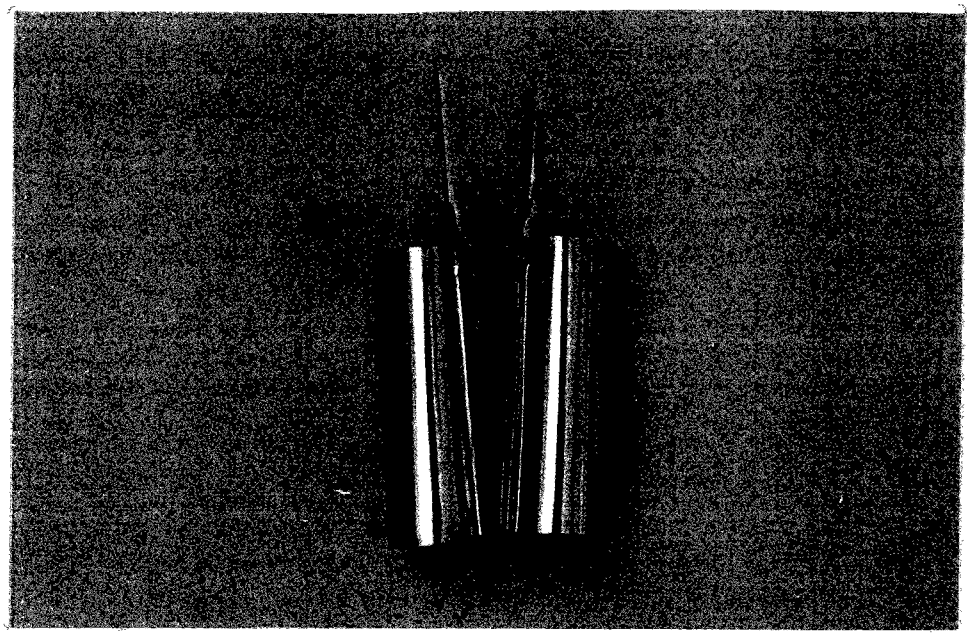
ภาพประกอบ 13 แสดงการเชื่อมขั้วบวกที่ทำจากเส้นลวดทังสเตนลงในหัววัดรังสี

3. เปาเจาะก้นบริเวณขอบด้านหนึ่งของหลอดแก้วไพเรกซ์ให้เป็นช่อง แล้วนำหลอดแก้วไพเรกซ์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตรมาต่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน (ใช้สำหรับดูดอากาศออก และบรรจุแก๊สเข้าในหัววัดรังสี ดังภาพประกอบ 14



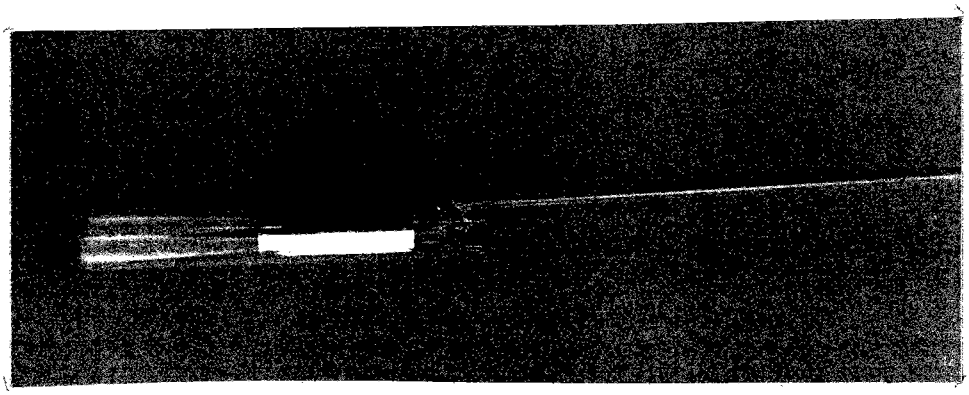
ภาพประกอบ 14 แสดงหัววัดรังสีที่ต่อท่อสำหรับดูดและบรรจุแก๊ส ที่ด้านก้นหลอด

4. ม้วนแผ่นสเตนเลสให้รูปทรงกระบอก แล้วต่อเส้นลวดทังสเตนติดกับแผ่นสเตนเลส จากนั้นจึงเชื่อมแก้วไพเรกซ์หุ้มเส้นลวดทังสเตน ดังภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 แสดงแผ่นโลหะสเตนเลสที่ม้วนกลมใช้ทำขั้วลบติดกับเส้นลวดทังสเตนที่เชื่อมหุ้มด้วยแก้ว

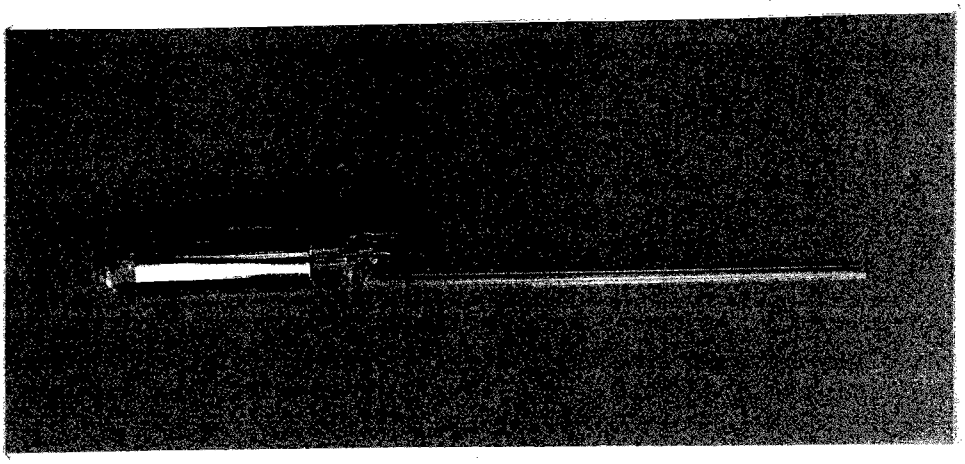
5. เป่าเจาะก้นหลอดแก้วไพเรกซ์ บริเวณขอบอีกด้านหนึ่งให้เป็นช่องและนำแผ่นสเตนเลสที่ม้วนกลมสำหรับใช้ทำขั้วไฟฟ้าลบเข้าไปในหลอดแก้ว แล้วจึงเชื่อมแก้วจากขั้วไฟฟ้าลบติดกับช่องที่เป่าเจาะให้เป็นเนื้อเดียวกัน ดังภาพประกอบที่ 16



ภาพประกอบ 16 แสดงหัววัดรังสีที่เชื่อมขั้วลบเรียบร้อยแล้ว

6. ล้างลวดทังสเตน และแผ่นสเตนเลสที่ม้วนกลมในหลอดด้วยอะซิโตนจนสะอาด

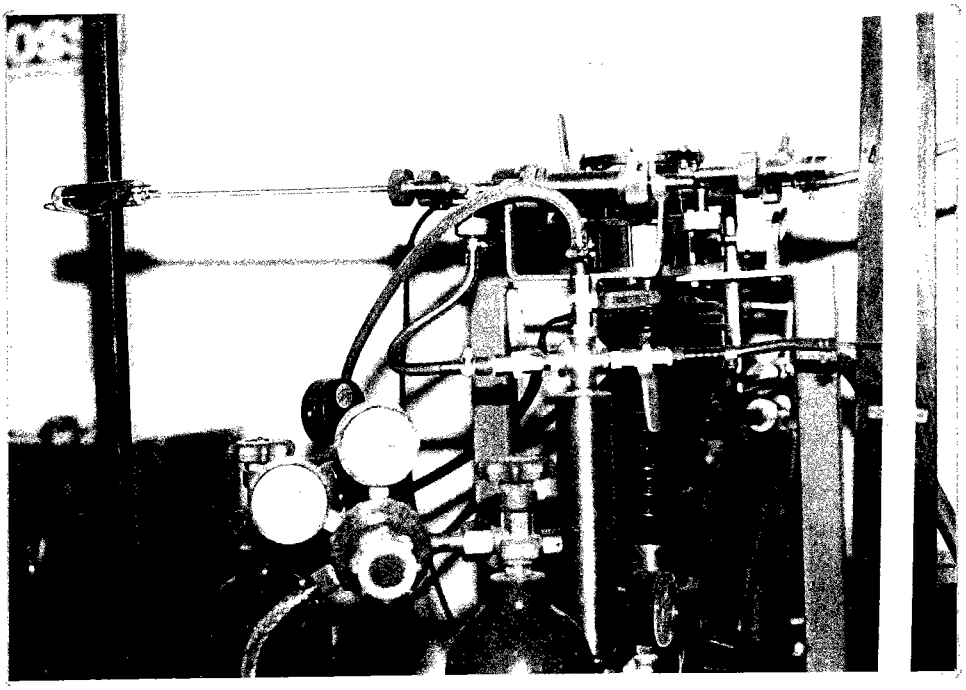
7. ปิดปลายด้านที่เปิดของหลอดแก้ว ให้ห่างจากสเตนเลสประมาณ 1 เซนติเมตรแล้วเป่าก้นหลอดที่ปิดให้โค้งกลม ดังภาพประกอบ 17



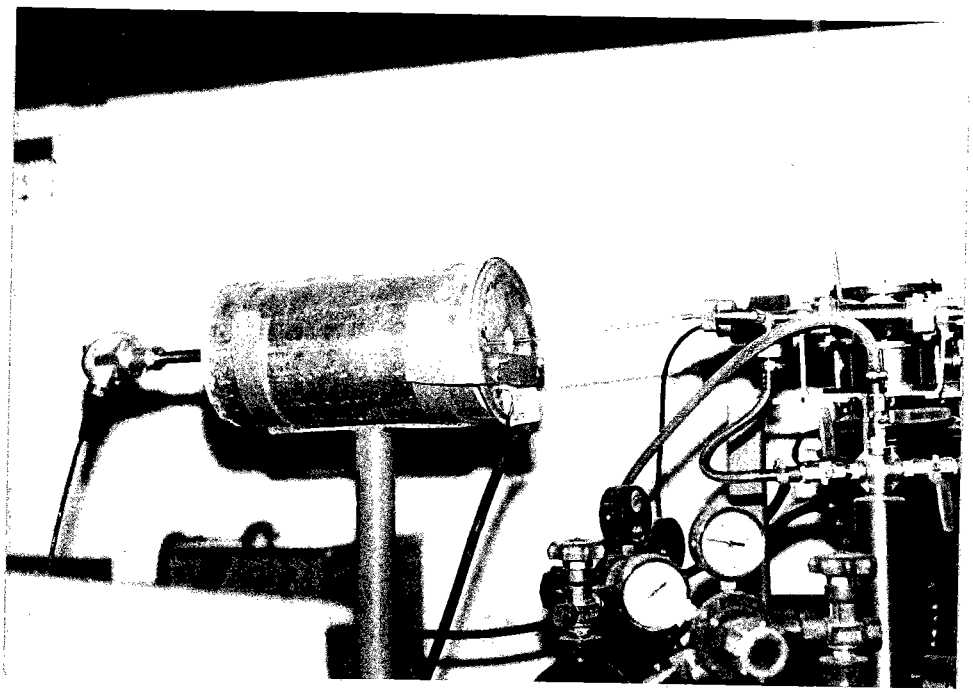
ภาพประกอบ 17 แสดงหัววัดรังสีที่ปิดปลายหลอดและเป่าให้โค้งกลมเรียบร้อยแล้ว

8. สร้างหัววัดรังสีตามขั้นตอนที่ 1 - 7 จำนวน 36 หัววัด

9. นำหัววัดที่สร้างขึ้นไปดูดอากาศออกโดยใช้เครื่องดูดอากาศ ดูดอากาศออกจนกระทั่งถึง $1x10^{-5}$ มิลลิเมตรของปรอท จึงอบหัววัดด้วยเครื่องอบไฟฟ้าพร้อมกับดูดอากาศออก โดยอบครั้งแรกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสแล้วค่อย ๆ เพิ่มจนถึง 400 องศาเซลเซียส เพื่อไล่อากาศออกให้เป็นสูญญากาศมากขึ้น ดังภาพประกอบ 18, 19

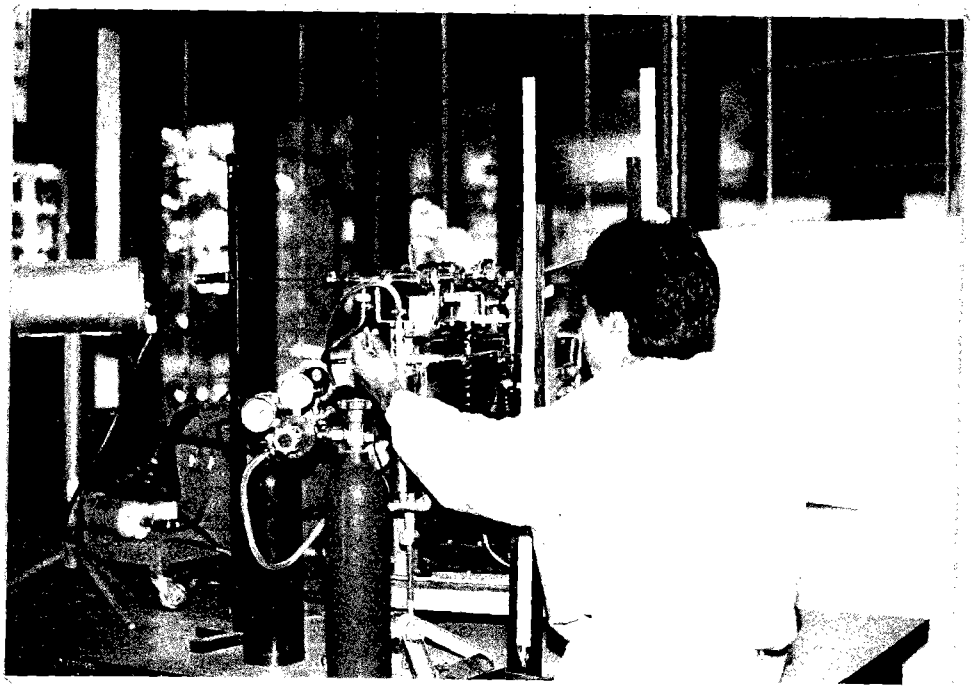


ภาพประกอบ 18 แสดงการดูดอากาศออกจากหัววัดรังสี



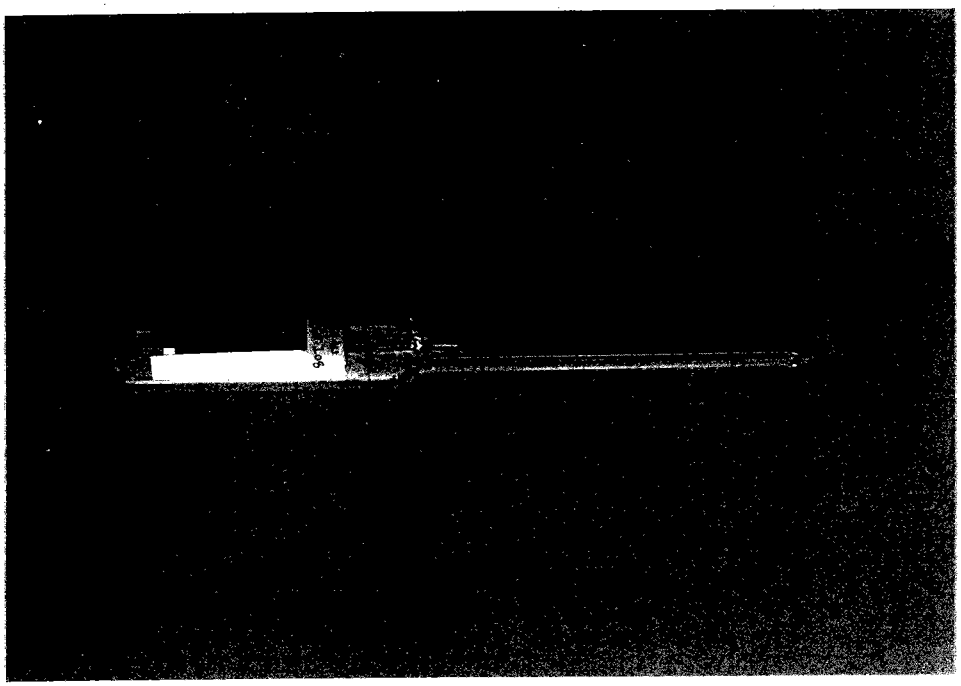
ภาพประกอบ 19 แสดงการอบหัววัดรังสีด้วยเครื่องอบไฟฟ้า

10. เมื่อดูดอากาศออกแล้ว นำหัววัดออกจากเครื่องอบไฟฟ้า ทิ้งไว้ให้หัววัดเย็น จากนั้นบรรจุแก๊สที่ผสมระหว่างแก๊สที่ผสมระหว่างแก๊สอาร์กอน ซึ่งเป็น ไอออนไนซิ่งแก๊สกับแก๊สมีเธน ซึ่งเป็นเคว้นชิ่งแก๊ส ในอัตราส่วนที่ต้องการ ลงในหัววัดให้มีความดันตามที่กำหนด



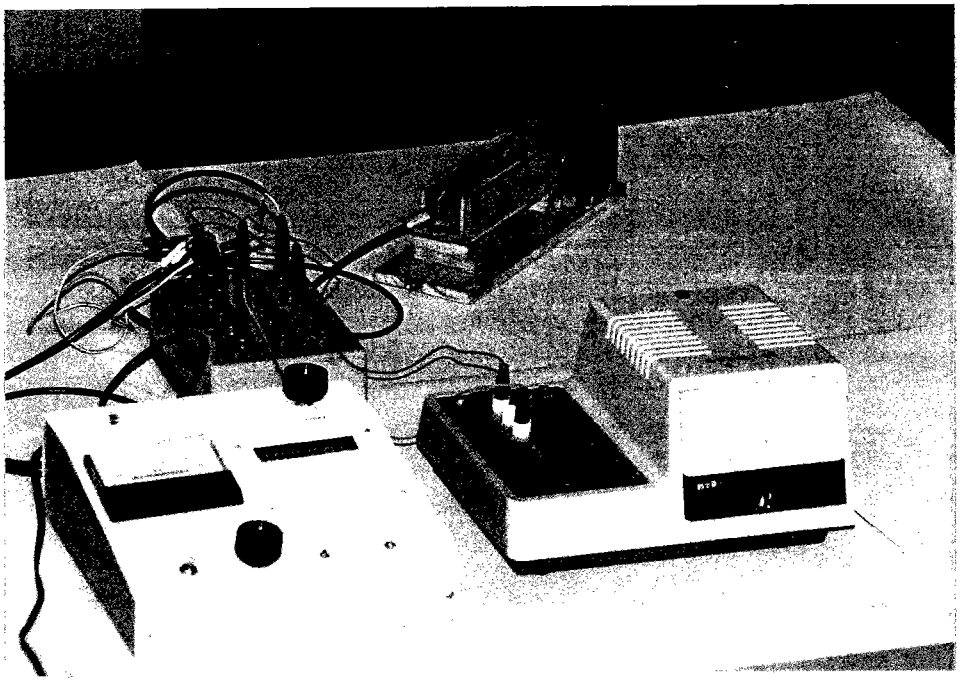
ภาพประกอบ 20 แสดงการบรรจุแก๊สลงในหัววัดรังสี

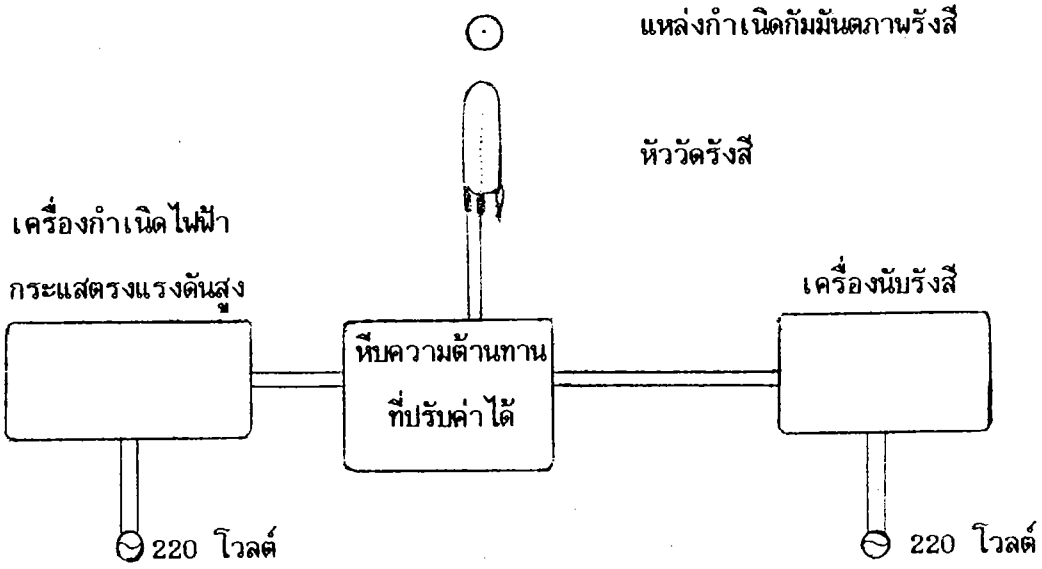
11. ปิดช่องที่บรรจุแก๊สด้วยความร้อน



ภาพประกอบ 21 แสดงหัววัดรังสีที่บรรจุแก๊สและปิดเรียบร้อยแล้ว

12. นำหัววัดที่บรรจุแก๊สเรียบร้อยแล้ว ไปทดสอบหาประสิทธิภาพ โดยต่อกับเครื่องนับและเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูง แล้วทำการวัดกัมมันตภาพรังสี จากแหล่งกำเนิด (ในการทดลองนี้ใช้ เรเดียม 226)





ภาพประกอบ 22 แสดงภาพและไดอะแกรมการนับรังสีของหัววัดรังสี

13. บันทึกอัตราการนับ ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ ของหัววัดรังสีลงในตาราง แล้วนำข้อมูลที่ได้เขียนกราฟระหว่าง อัตราการนับและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า เพื่อหาโค้งพลาโต

14. จัดกระทำตามขั้นตอนที่ 9 - 13 ตามอัตราส่วนที่กำหนดและความดันของแก๊สในหัววัดที่ต้องการ จนหมดขอบเขตของการทดลอง

2. <u>การสร้างแผนการสอนวิชาฟิสิกส์</u> ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" ทั้งแผนการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย และแผนการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา จากหลักสูตรวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2521

2.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนสำหรับการทดลองในครั้งนี้ จากหนังสือคู่มือครูและหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 6 (ว.026) โดยเลือกเนื้อหาในเรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" มาใช้ในการศึกษาทดลอง

2.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอน

2.4 สร้างแผนการสอนทั้ง 2 วิธี ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.5 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ได้ตรวจเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง

2.6 นำแผนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่องนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้จริงต่อไป

3. <u>การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</u> เรื่อง "กัมมันตภาพรังสี"

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ

3.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่องกัมมันตภาพรังสี จากหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว.026) ของกระทรวงศึกษาธิการ

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง

3.5 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และได้รับการแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนิสิต ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

3.6 นำคะแนนที่ได้ไปหาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของ จุง เตห์ ฟาน (Fans. 1952 : 6 - 32)

3.7 เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ คือมีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มาหาค่าความเชื่อมั่นแบบ KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168 - 170) ได้ค่าความเชื่อมั่น .76

3.8 นำข้อสอบที่มีความเชื่อมั่น ไปใช้ในการทดลองต่อไป

4. <u>การสร้างแบบสอบถามเจตคติ</u> ต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามเจตคติตามวิธีของ ลิเคอร์ท (Likert) จำนวน 30 ข้อ แล้วนำไปปรึกษาอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้องและตรวจแก้ไข

4.2 นำแบบทดสอบวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ตรวจแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสมุทรปราการ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

4.3 นำแบบสอบถามเจตคติที่นักเรียนทำมาแล้วให้คะแนน ถ้าข้อความนั้นเป็นไปในทางบวก (เชิงนิมาน) ให้คะแนนดังนี้

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

ถ้าข้อความนั้นเป็นไปในทางลบ (เชิงนิเสธ) ให้คะแนน ดังนี้

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

4.4 นำผลการตรวจให้คะแนนของแบบสอบถามหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยเรียงคะแนนของแต่ละคนจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด เลือกบุคคลที่อยู่ในกลุ่มสูงมา 25% กลุ่มต่ำ 25% นำมาคำนวณหาค่า t แล้วเลือกข้อความที่มีค่า $t > 1.75$ ไว้ (ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2520 : 20 - 31) จำนวน 20 ข้อความ

4.5 นำแบบสอบถามที่มีข้อความที่มีค่าอำนาจจำแนก มาหาค่าความเชื่อมั่น โดยหาด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ใช้สูตรการคำนวณหาของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170) ได้ค่าความเชื่อมั่น .89

4.6 นำแบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้จริงต่อไป

<u>วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า</u>

การศึกษาส่วนนี้ เป็นการศึกษาเชิงทดลองแบบ Randomized Control-Group Posttest Only Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 219)

ตารางแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	-	X	T_2
CR	-	-	T_2

R หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างจากประชากร

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

C หมายถึง กลุ่มควบคุม

X หมายถึง การจัดกระทำในกลุ่มทดลอง

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังจากการทดลอง

ในการวิจัยตามแบบแผนการวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสมุทรปราการ เข้าสู่กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดังที่กล่าวมาแล้วในเรื่องการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

2. ทำการสอนกลุ่มทดลองโดยการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยายและกลุ่มควบคุม สอนโดยการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย ในเนื้อเรื่อง "กัมมันตภาพรังสี"

3. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นักเรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" และตอบแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

4. ตรวจผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โรงฝึกงานคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ซึ่งตรวจสอบโดย

1.1 หาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่สร้างขึ้น เมื่อรังสีมากระทบ ในแต่ละอัตราส่วนผสมของแก๊ส และในแต่ละความดันรวมของแก๊สในหลอด

1.2 หาช่วงกว้างของโค้งพลาโต (Plateau curve) โดยการเขียนกราฟระหว่างอัตราการนับของหัววัดกับความต่างศักย์ไฟฟ้า ช่วงโค้งพลาโตเป็นบริเวณที่อัตราการนับเกือบคงที่แม้ว่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น

2. การวิเคราะห์ข้อมูลทางการศึกษา

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2 เปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ทั้งสองข้อจะทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียน กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยใช้ t - test Independent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย

1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน

2. หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 179)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ R แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3. หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีสูตรดังนี้

$$r = \frac{R_h - R_l}{N}$$

เมื่อ R_h แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_l แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีแบบคูเตอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) ซึ่งมีสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168 - 170)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น

n แทน ค่าจำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ถูกในข้อหนึ่ง ๆ

$$= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ = 1 - p

S^2_t แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

5. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการแจกแจงแบบ t (t-distribution) แบ่งกลุ่มคะแนนสูง 25% และกลุ่มต่ำ 25% มีสูตรการคำนวณดังนี้ (ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2526 : 48 - 50)

$$t = \frac{X_h - X_1}{\sqrt{\frac{S^2_h}{n_h} + \frac{S^2_1}{n_1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถาม

X_h แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

X_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S^2_h แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S^2_1 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_h แทน จำนวนคนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง

n_1 แทน จำนวนคนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (α - Coeffient) ของ ครอนบัค (Cronback) มีสูตรการคำนวณดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170 - 172)

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

S^2_i แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

S^2_t แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

7. สถิติที่วิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยใช้ t - test Independent (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2527 : 191)

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S^2_1 + (n_2 - 1)S^2_2}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ X_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

X_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

S^2_1 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

S^2_2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกับการสร้างหัววัดรังสี
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการนำหัววัดรังสีไปประกอบการสอน

1. <u>การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างหัววัดรังสี</u>

การศึกษาวิจัยนี้ได้สร้าง และศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี โดยศึกษาอัตราส่วนของไอออนไนซิ่งแก๊ส (ใช้แก๊สอาร์กอน) และ เคว้นชิ่งแก๊ส (ใช้แก๊สมีเธน)

- ไอออนไนซิ่งแก๊ส 97.5% เคว้นชิ่งแก๊ส 2.5%
- ไอออนไนซิ่งแก๊ส 90% เคว้นชิ่งแก๊ส 10%
- ไอออนไนซิ่งแก๊ส 80% เคว้นชิ่งแก๊ส 20%

แต่ละอัตราส่วนศึกษาคุณสมบัติของหัววัดรังสีที่ความดัน 40, 80, 160, 180, 200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท

<u>วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี</u> โดย

- หาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่สร้างขึ้น
- หาช่วงกว้างของโค้งพลาโต โดยการเขียนกราฟระหว่าง อัตราการนับ กับความต่างศักย์ไฟฟ้า

<u>ผลการวิเคราะห์</u>

1.1 หัววัดรังสีที่บรรจุ ไอออนไนซิ่งแก๊ส 97.5% เคว้นชิ่งแก๊ส 2.5% มีผลการทดลองดังนี้

1.1.1 ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท

ผลการทดลอง ไม่มีการทำงานของหัววัดรังสี

1.1.2 ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท

ผลการทดลอง ไม่มีการทำงานของหัววัดรังสี

1.1.3 ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท

ผลการทดลอง ไม่มีการทำงานของหัววัดรังสี

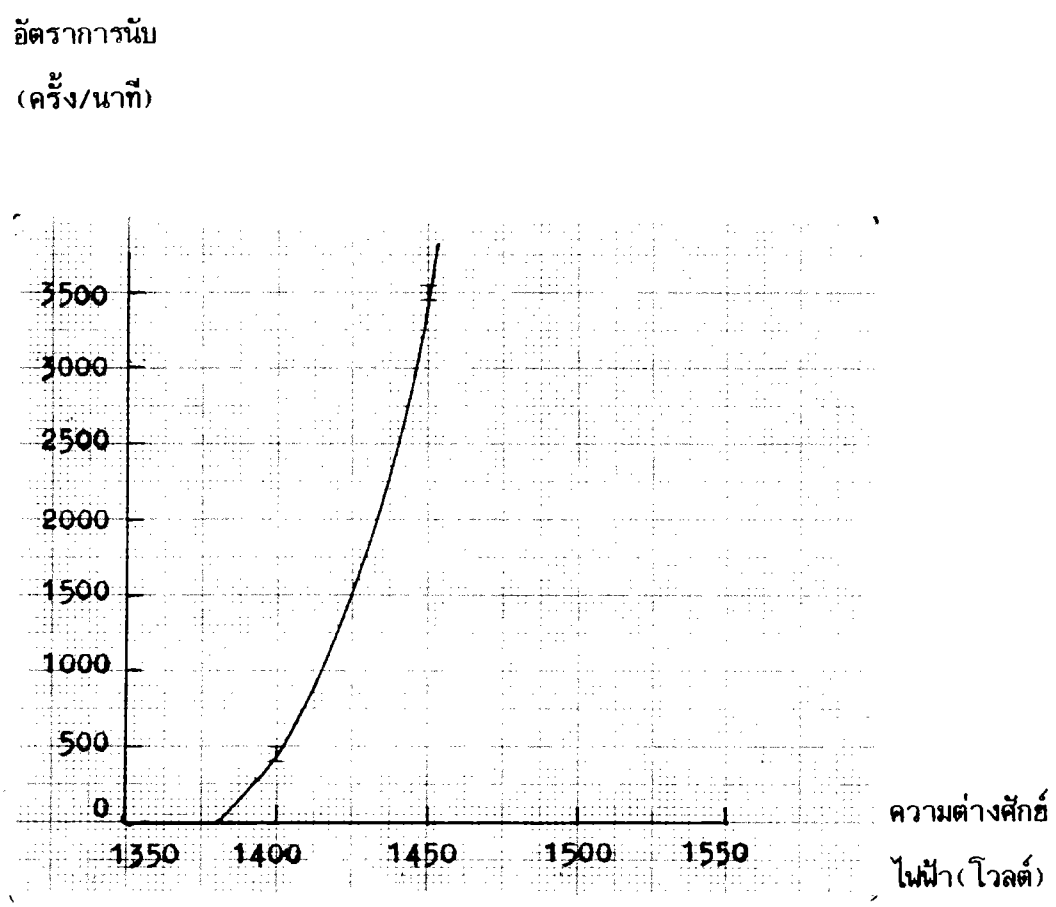
1.1.4 ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 97.5% มีเธน 2.5% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1400	525	523	520	540	585	565	570	530	518	528	540.4	24.01
1450											3516	

ผลการทดลอง หัววัดนี้มีช่วงการทำงานระหว่าง 1400 - 1450 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



ภาพประกอบ 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 97.5% ต่อ มีเธน 2.5% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

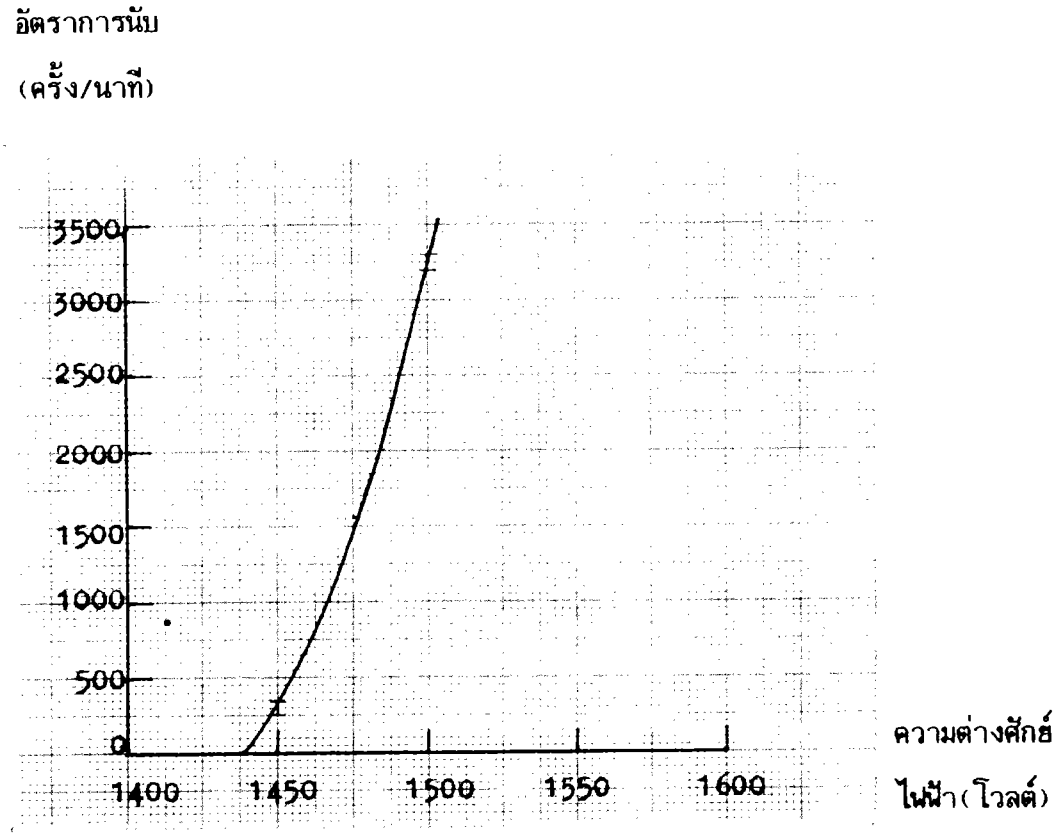
1.1.5 ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 97.5% มีเธน 2.5% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1450	195	220	203	201	235	252	236	252	245	239	227.8	9.15
1500											3252	

ผลการทดลอง หัววัดนี้มีช่วงการทำงาน 50 โวลต์ ตั้งแต 1450 - 1500 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



ภาพประกอบ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 97.5% ต่อ มีเธน 2.5% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

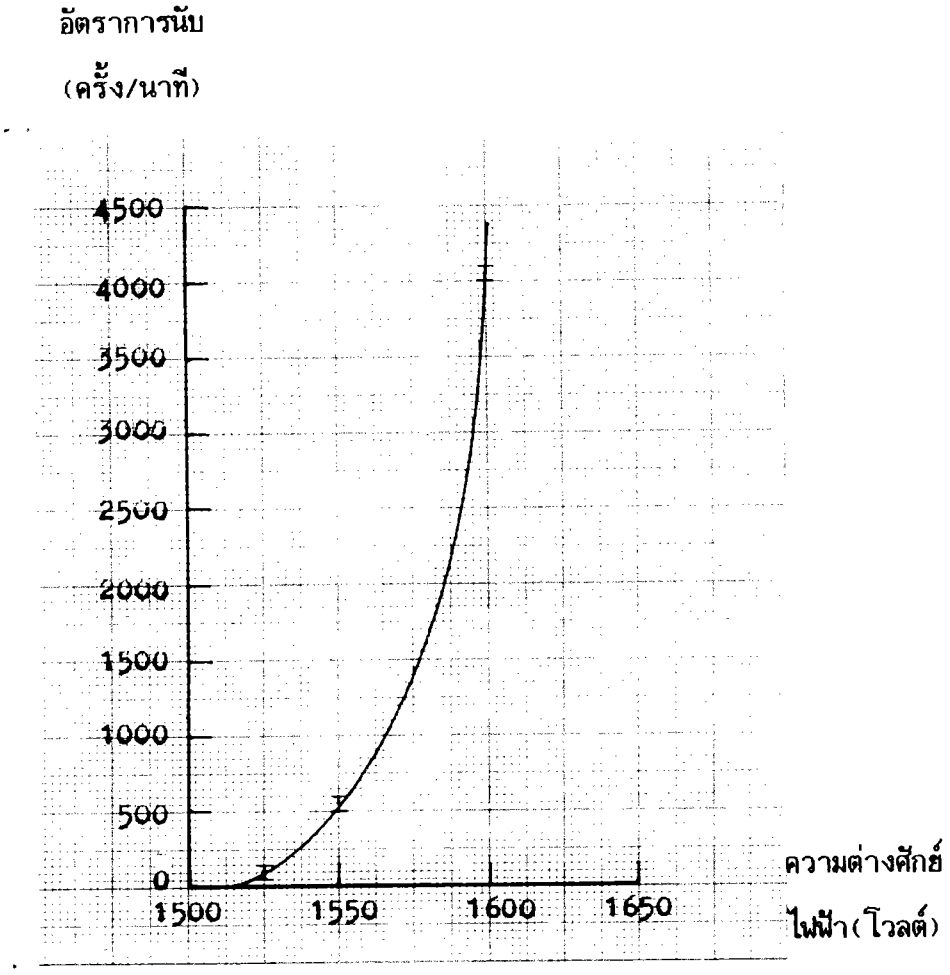
1.1.6 ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 97.5% มีเธน 2.5% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1525	100	98	96	102	98	97	95	96	98	95	97.5	2.22
1550	221	210	229	215	206	212	198	220	214	223	214.8	8.98
1600											4052	

ผลการทดลอง หัววัดนี้มีช่วงการทำงานระหว่าง 1525 - 1600 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



ภาพประกอบ 25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 97.5% ต่อ มีเธน 2.5% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

1.2 หัววัดรังสีที่บรรจุ ไอออนไนซิ่งแก๊ส 90% ต่อ เคว้นชิ่งแก๊ส 10%

1.2.1 ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท

ผลการทดลอง ไม่มีการทำงานของหัววัดรังสี

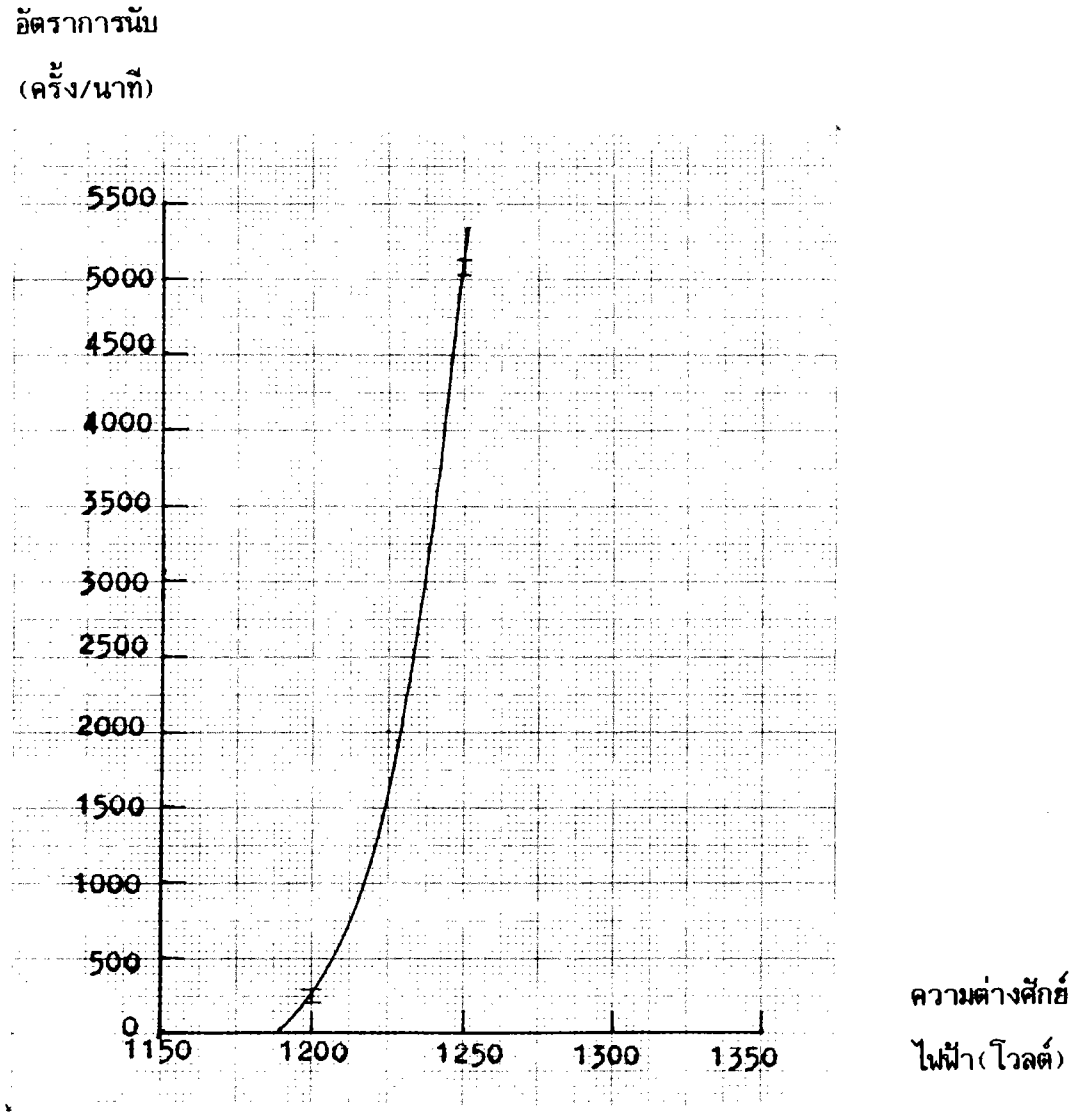
1.2.2 ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 90% มีเธน 10% ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1200	174	175	168	180	199	189	213	185	189	201	187.3	13.94
1250											5325	

<u>ผลการทดลอง</u> หัววัดนี้มีช่วงการทำงานตั้งแต่ 1200 - 1250 โวลต์ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



ภาพประกอบ 26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 90% ต่อ มีเธน 10% ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท

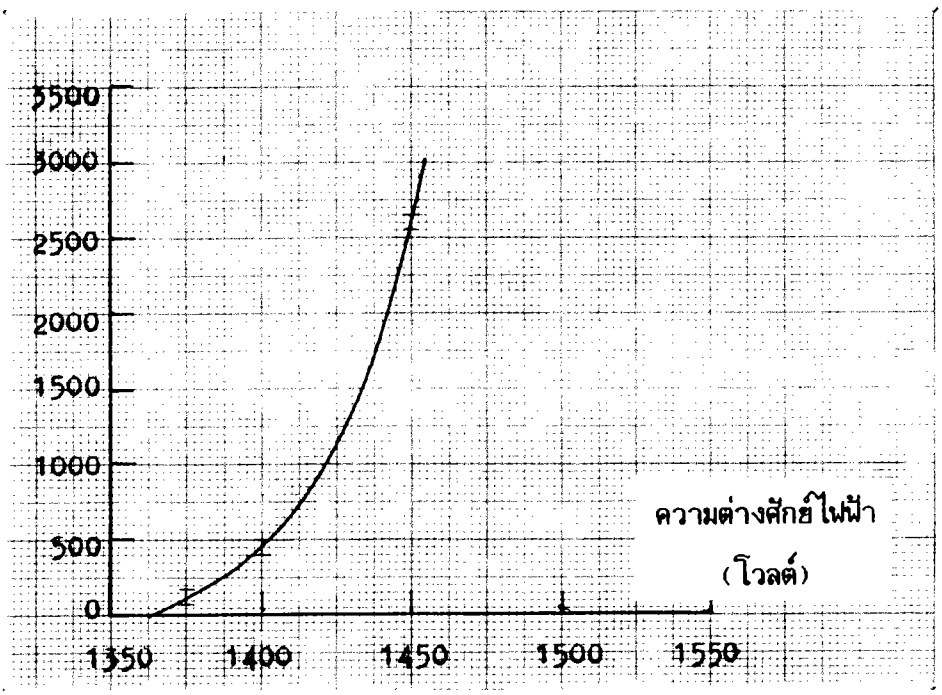
1.2.3 ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 90% มีเธน 10% ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1375	131	123	113	118	110	115	125	119	117	123	119.4	6.22
1400	455	450	467	440	449	439	464	457	438	440	449.9	27.65
1450											2590	

ผลการทดลอง หัววัดนี้มีช่วงการทำงานระหว่าง 1375 - 1450 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



ภาพประกอบ 27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 90% ต่อ มีเธน 10% ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท

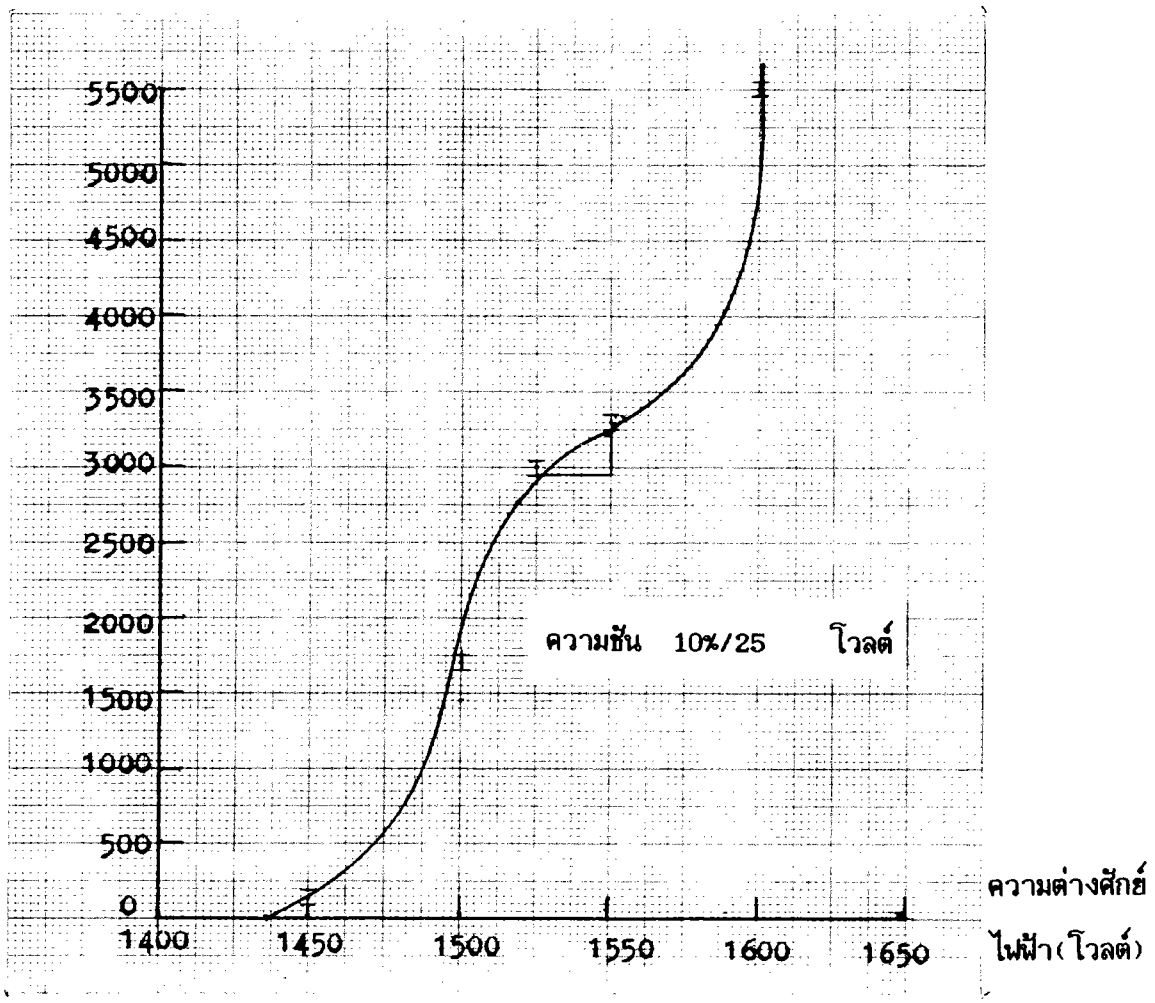
1.2.4 ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 90% มีเธน 10% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1450	100	101	95	99	115	120	129	112	109	115	109.5	10.75
1500	1696	1694	1652	1715	1682	1720	1729	1695	1745	1695	1702.3	26.18
1525	2965	2980	2958	2967	2960	2970	2970	2949	2951	2960	2963.0	9.37
1550	3304	3262	3248	3291	3240	3308	3290	3282	3300	3290	3281.5	23.59
1600											5500	

<u>ผลการทดลอง</u> หัววัดนี้มีช่วงการทำงานระหว่าง 1450 - 1600 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโต 25 โวลต์ ดังภาพประกอบ 28



ภาพประกอบ 28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 90% ต่อ มีเธน 10% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

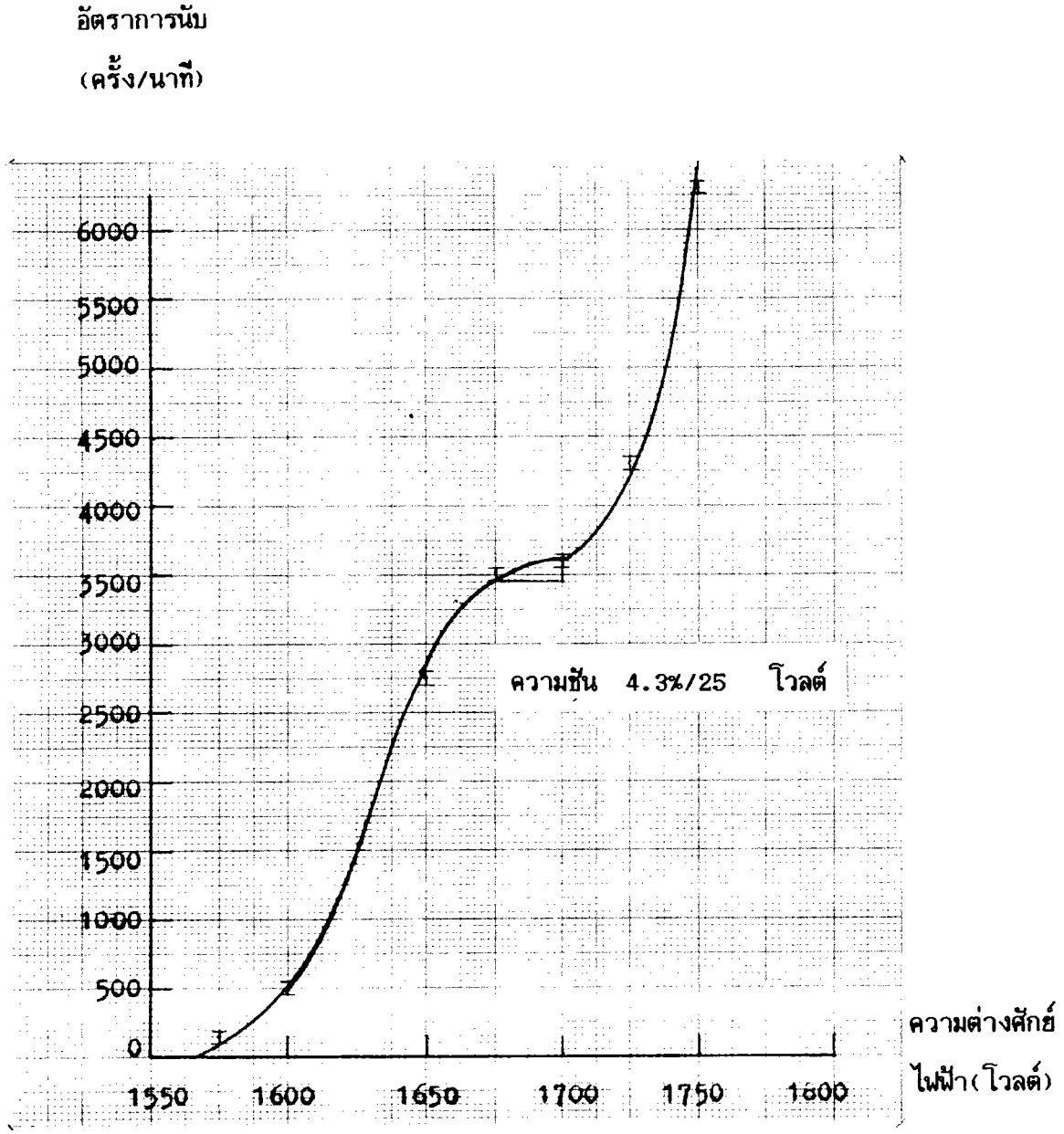
1.2.5 ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 90% มีเธน 10% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1575	150	139	140	145	150	140	146	148	146	142	114.6	4.14
1600	449	445	453	470	507	482	505	488	500	492	479.1	23.51
1650	2476	2558	2480	2490	2657	2577	2582	2598	2614	2531	2556.3	61.11
1675	3530	3525	3527	3540	3520	3500	3560	3536	3544	3522	3530.4	16.08
1700	3680	3658	3612	3650	3582	3595	3646	3645	3547	3660	3627.5	41.82
1750											6300	

<u>ผลการทดลอง</u> หัววัดนี้มีช่วงการทำงาน 175 โวลต์ 1575 - 1750 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโต 25 โวลต์ ระหว่าง 1675 - 1700 โวลต์ ดังภาพประกอบ 29



ภาพประกอบ 29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 90% ต่อ มีเธน 10% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

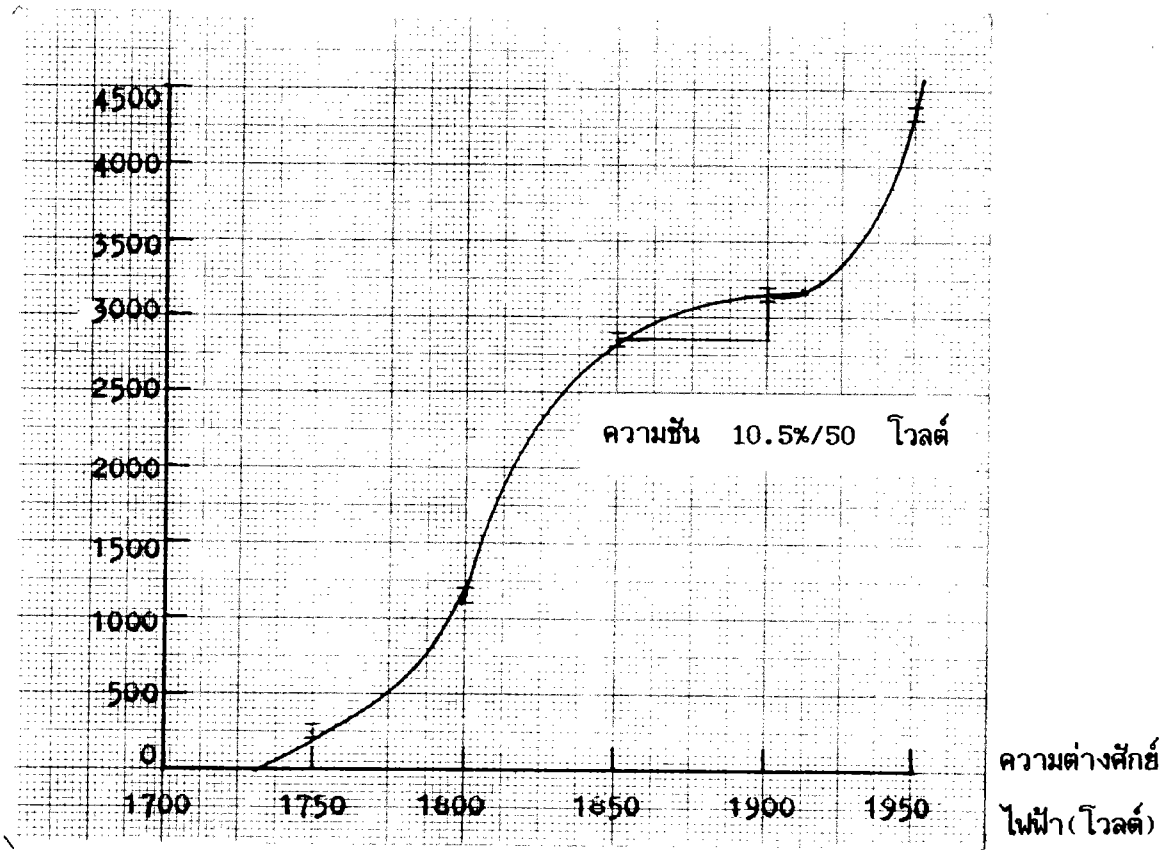
1.2.6 ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 90% มีเธน 10% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1750	227	234	208	242	241	248	252	262	255	254	242.3	15.96
1800	1140	1135	1143	1168	1153	1174	1190	1160	1121	1160	1154.4	20.36
1850	2864	2871	2868	2846	2858	2852	2865	2830	2832	2872	2855.8	15.42
1900	3284	3132	3175	3154	3141	3142	3162	3205	3171	3160	3172.6	44.31
1950											4343	

ผลการทดลอง หัววัดนี้มีช่วงการทำงานตั้งแต่ 1750 - 1950 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโต 50 โวลต์ ระหว่าง 1850 - 1900 โวลต์ ดังภาพประกอบ 30



ภาพประกอบ 30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 90% ต่อ มีเธน 10% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

1.3 หัววัดรังสีที่บรรจุ ไอออนไนซิ่งแก๊ส 80% ต่อ เคว้นชิ่งแก๊ส 20%

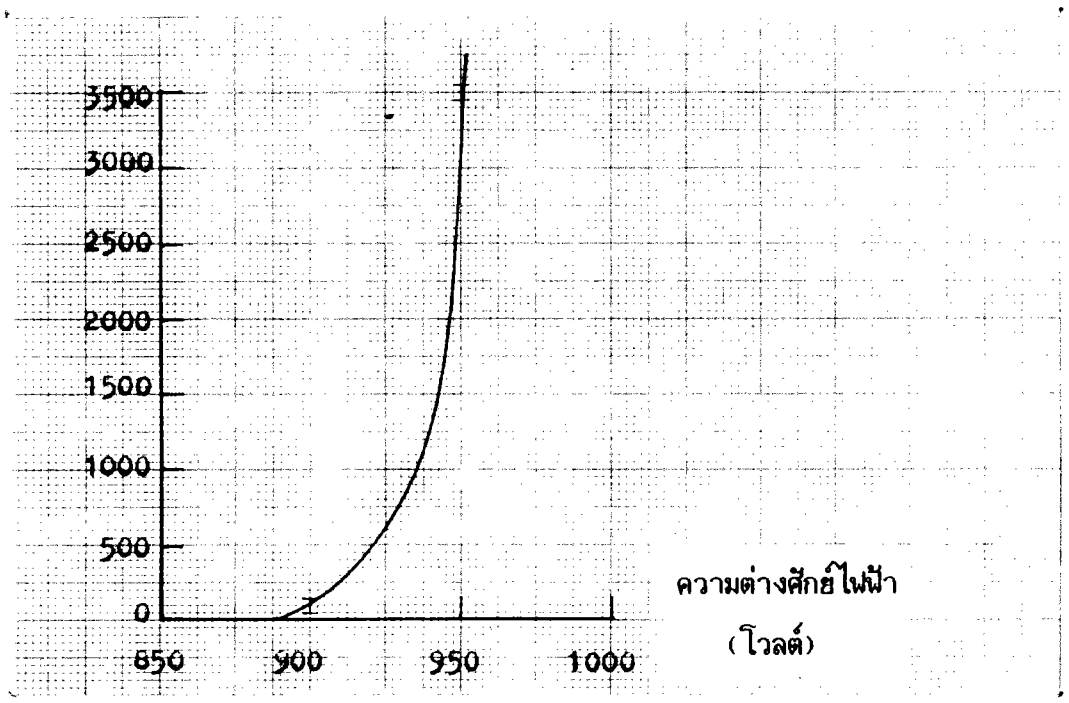
1.3.1 ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)										$\bar{X}$	S.D
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
900	89	90	78	78	72	88	60	91	81	87	81.4	9.82
950											3474	

ผลการทดลอง หัววัดนี้มีช่วงการทำงานตั้งแต่ 900 - 950 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



ภาพประกอบ 31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท

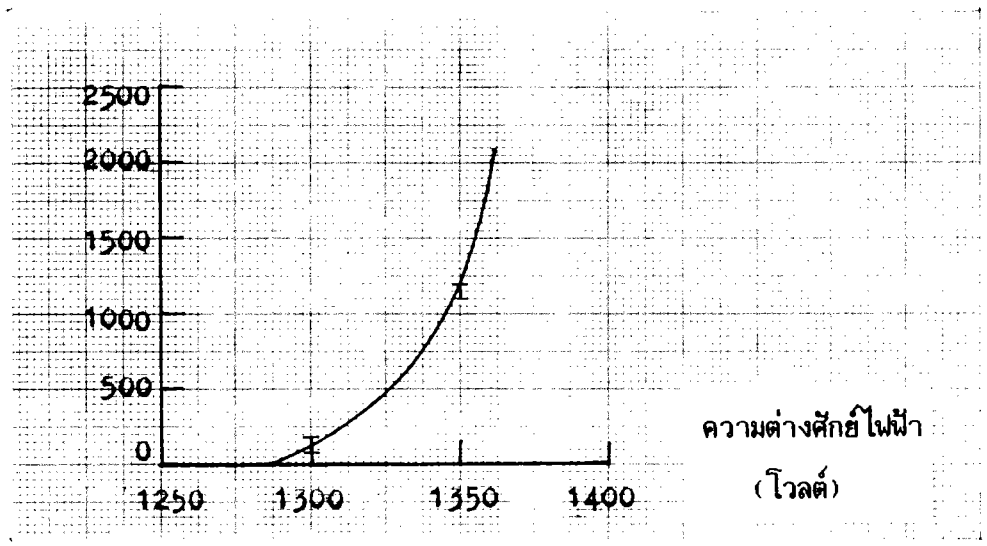
1.3.2 ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1300	113	135	152	142	134	121	145	126	133	114	131.5	13.00
1350											1146	

<u>ผลการทดลอง</u> หัววัดนี้มีช่วงการทำงานระหว่าง 1300 - 1350 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



ภาพประกอบ 32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท

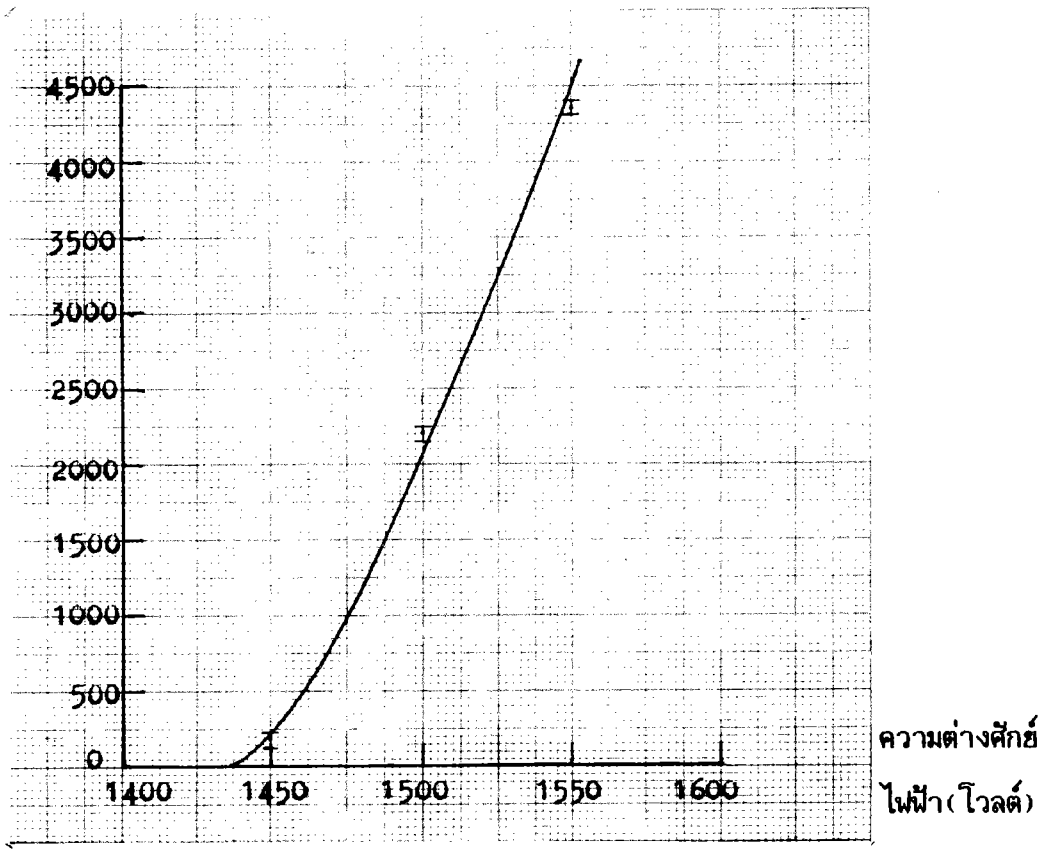
1.3.3 ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1450	172	179	175	188	200	203	176	161	163	176	179.3	13.98
1500	2087	2085	1984	2198	2230	2367	2220	2249	2192	2208	2182.0	106
1550											4354	

<u>ผลการทดลอง</u> หัววัดนี้มีช่วงการทำงานระหว่าง 1450 - 1550 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต



ภาพประกอบ 33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท

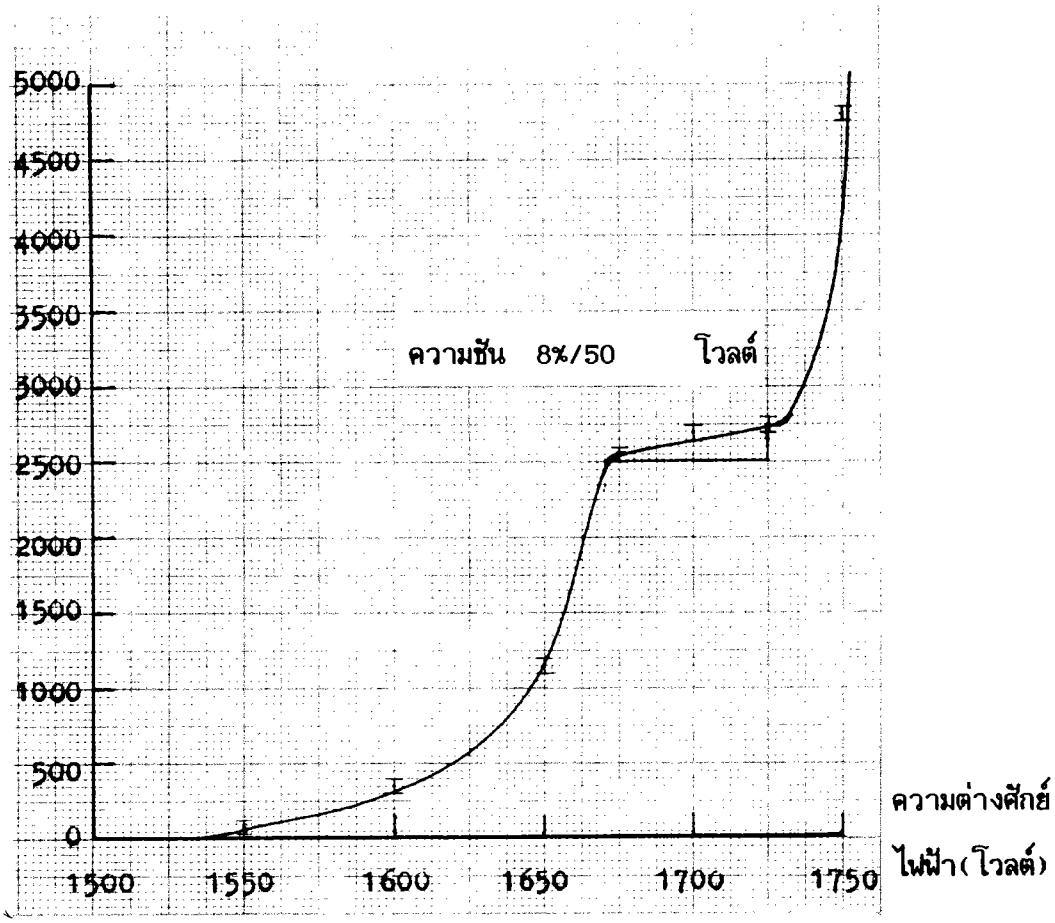
1.3.4 ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1550	67	63	72	59	62	60	65	67	73	61	64.9	4.84
1600	363	345	352	350	342	343	346	359	350	347	349.7	6.80
1650	1200	1150	1197	1160	1142	1135	1190	1129	1125	1150	1157.8	28.20
1675	2550	2560	2574	2536	2570	2540	2529	2561	2559	2551	2553	14.63
1700	2725	2715	2718	2760	2753	2726	2738	2715	2712	2710	2726.9	17.81
1725	2760	2740	2755	2745	2780	2750	2749	2766	2763	2757	2756.5	11.56
1750											4803	

<u>ผลการทดลอง</u> หัววัดนี้มีช่วงการทำงานระหว่าง 1550 - 1750 โวลต์ ปรากฏช่วงโค้งพลาโต 50 โวลต์ ระหว่าง 1675 - 1725 โวลต์ ดังภาพประกอบ 34



ภาพประกอบ 34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

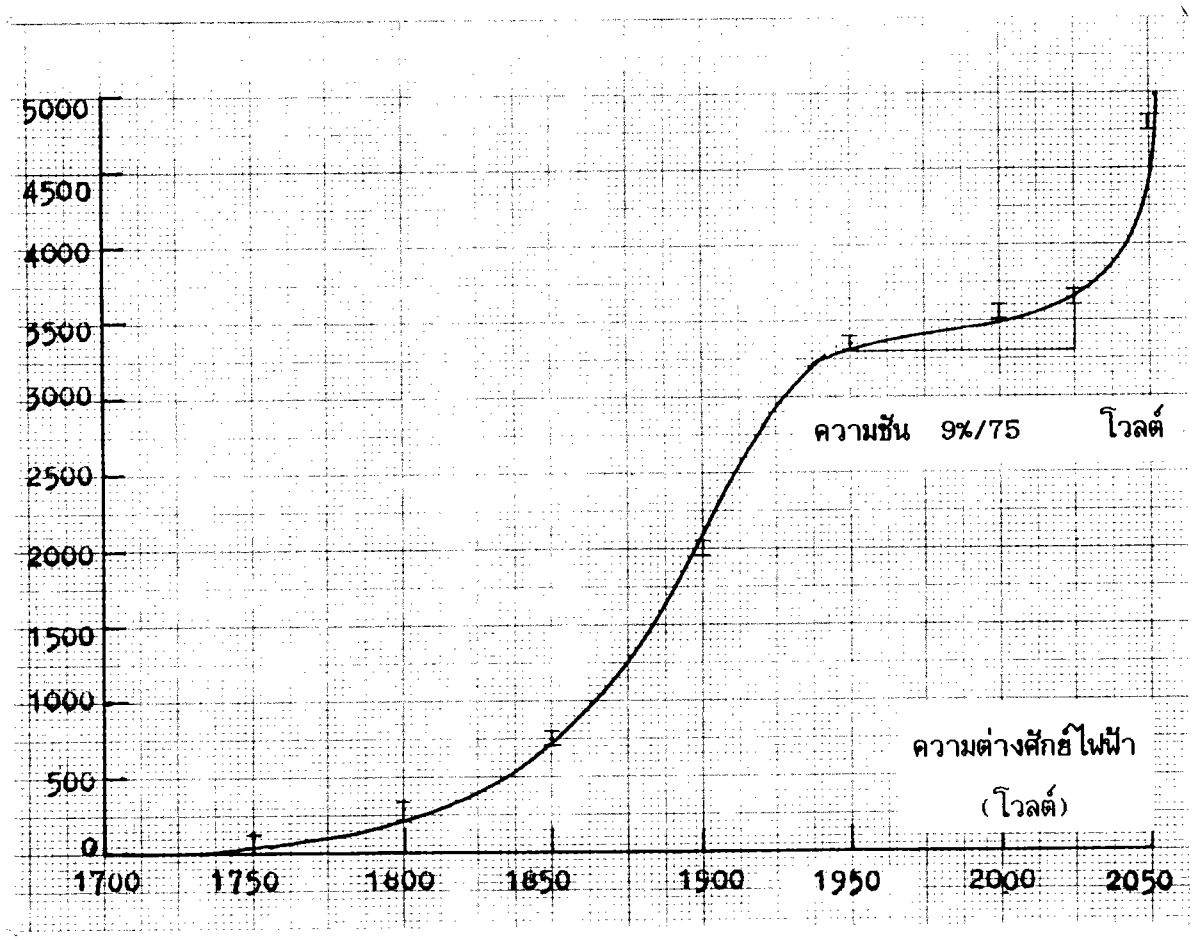
1.3.5 ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1750	76	74	77	75	76	78	75	72	81	80	76.4	2.72
1800	294	295	309	312	315	308	301	311	306	317	307.2	7.30
1850	743	756	813	780	752	745	774	733	800	786	768.2	26.52
1900	2002	2013	2082	2015	1985	2014	2019	2010	2005	2032	2017.7	25.65
1950	3352	3338	3356	3342	3339	3345	3335	3340	3322	3331	3340	9.80
2000	3695	3582	3576	3595	3609	3561	3581	3580	3531	3546	3585.6	44.60
2025	3682	3652	3688	3666	3646	3658	3638	3632	3628	3620	3651	22.73
2050											4788	

<u>ผลการทดลอง</u> หัววัดนี้มีช่วงการทำงานระหว่าง 1750 - 2050 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโต 75 โวลต์ ระหว่าง 1950 - 2025 โวลต์ ดังภาพประกอบ 35



ภาพประกอบ 35 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

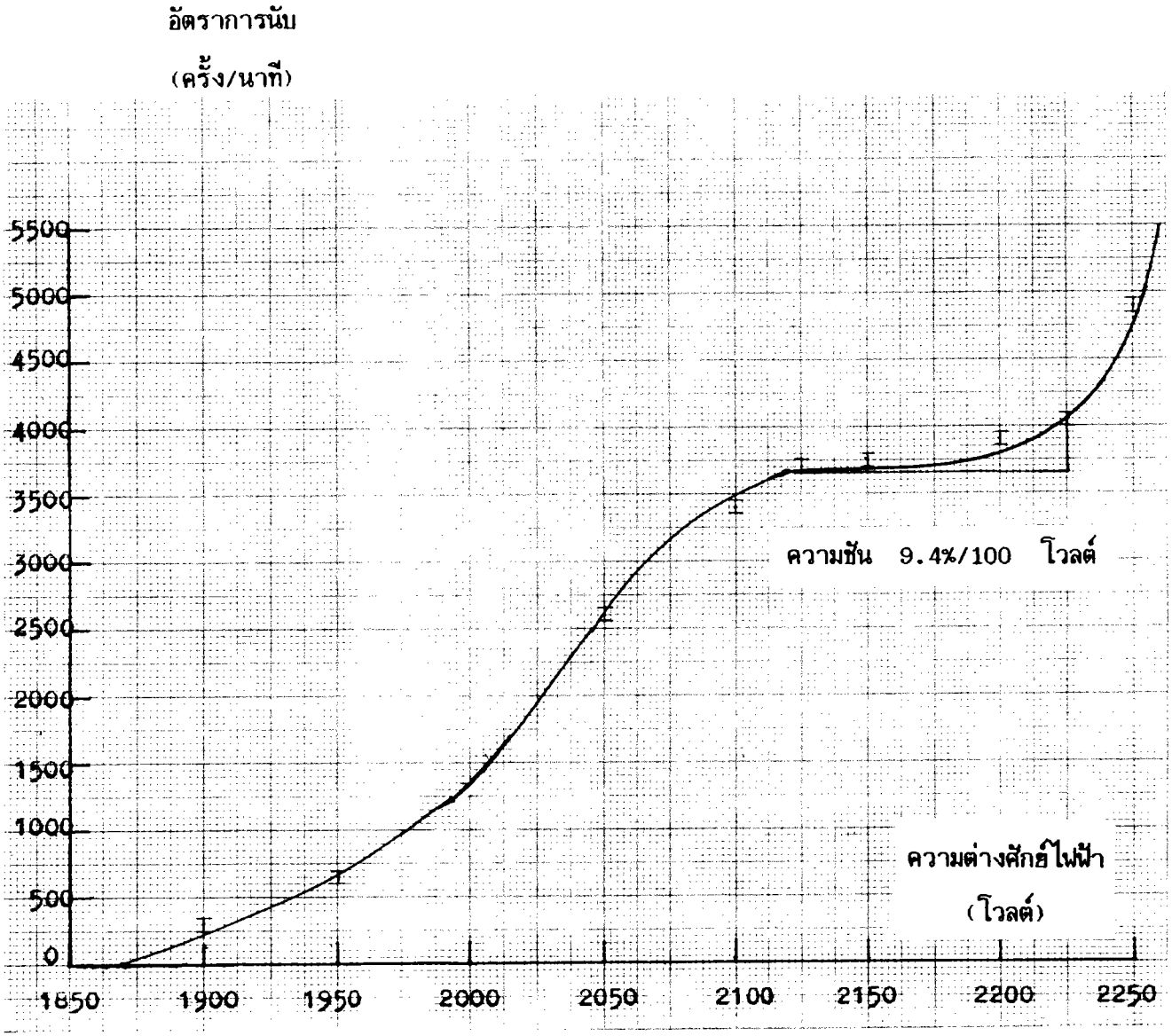
1.3.6 ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

มีผลการทดลองดังตาราง 17

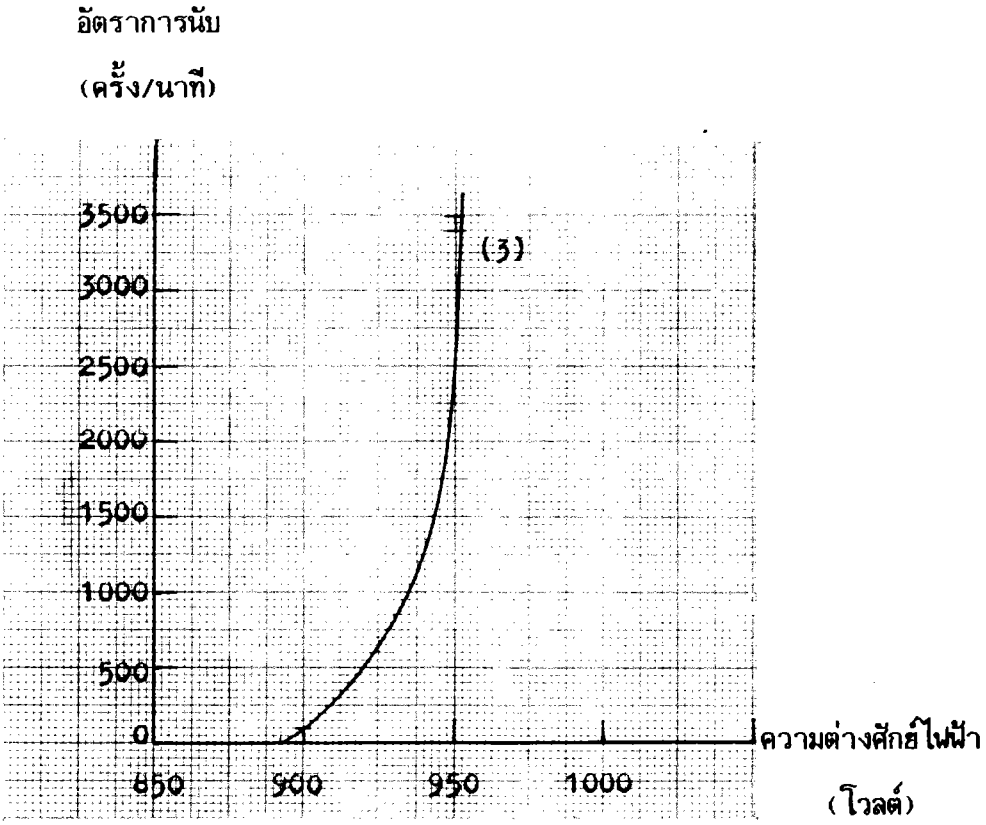
ตาราง 17 ผลการทดลองหาอัตราการนับของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนของแก๊สอาร์กอน 80% มีเธน 20% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	จำนวนครั้งของการวัดอัตราการนับ (ครั้ง/นาที)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S.D
1900	308	305	303	299	294	292	316	315	312	310	305.4	8.38
1950	671	665	653	648	674	659	660	672	655	657	661.4	8.78
2000	1281	1298	1341	1339	1341	1329	1285	1320	1305	1288	1312.7	24.20
2050	2830	2501	2570	2568	2588	2560	2592	2594	2810	2606	2581.9	35.48
2100	3330	3339	3350	3330	3330	3353	3362	3345	3334	3323	3339.6	12.48
2125	3680	3720	3748	3748	3728	3708	3690	3762	3722	3712	3721.8	25.98
2150	3740	3756	3768	3750	3750	3769	3480	3830	3769	3780	3769.2	25.16
2220	3914	3941	3931	3910	3910	3934	4021	3926	4022	3962	3947.1	42.24
2225	4020	4050	4008	4016	4038	4014	4031	4040	3998	4102	4031.7	29.40
2250											4879	

<u>ผลการทดลอง</u> หัววัดนี้มีช่วงการทำงานระหว่าง 1900 - 2250 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโต 100 โวลต์ ระหว่าง 2125 - 2225 โวลต์ ดังภาพประกอบ 36



ภาพประกอบ 36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่มีอัตราส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน 80% ต่อ มีเธน 20% ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท



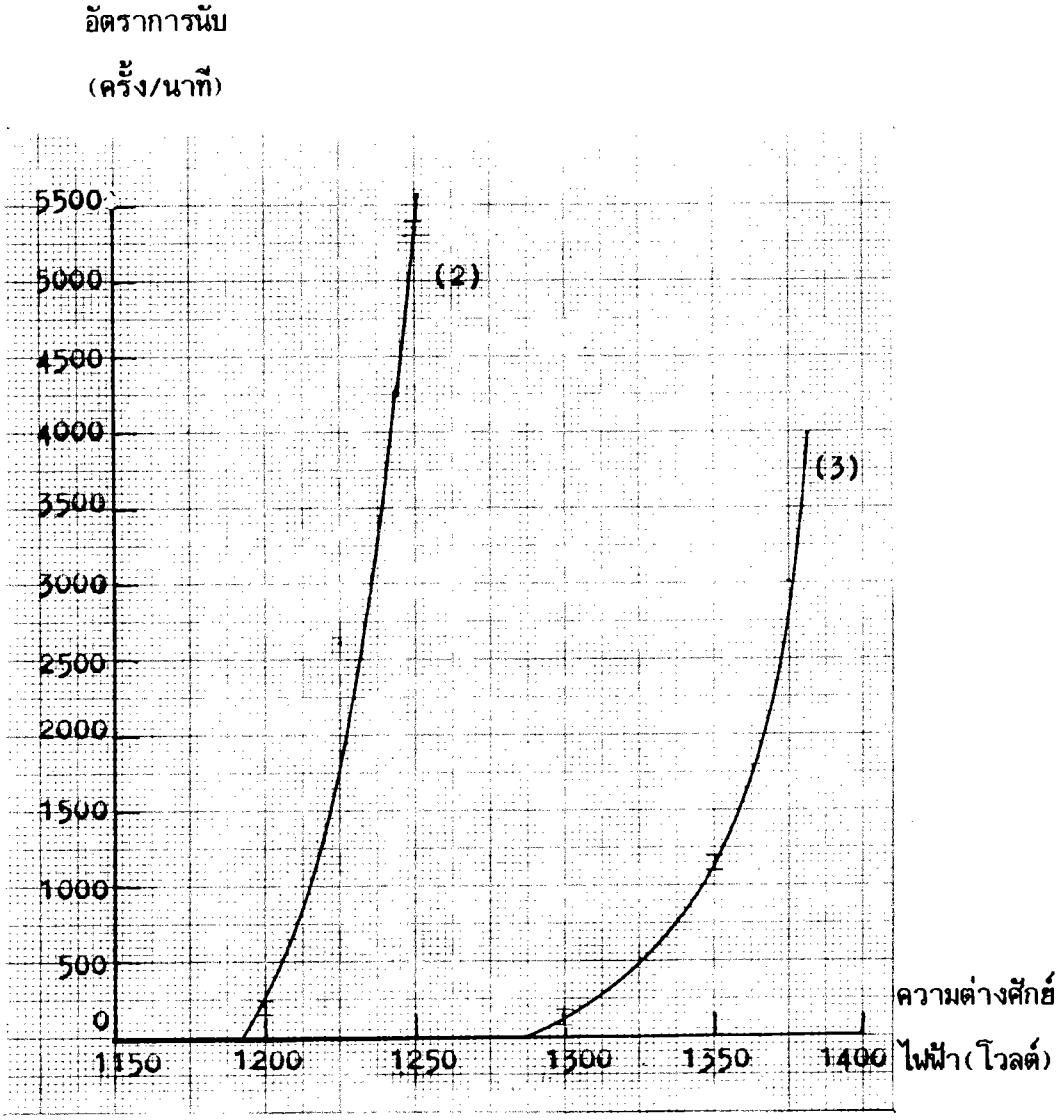
ภาพประกอบ 37 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน

(1) 97.5% ของอาร์กอน ต่อ 2.5% ของมีเธน

(2) 90% ของอาร์กอน ต่อ 10% ของมีเธน

(3) 80% ของอาร์กอน ต่อ 20% ของมีเธน

<u>หมายเหตุ</u> ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท หัววัดที่บรรจุแก๊สผสมอัตราส่วน 2.5% ของมีเธน และ 10% ของมีเธน ไม่มีการทำงาน



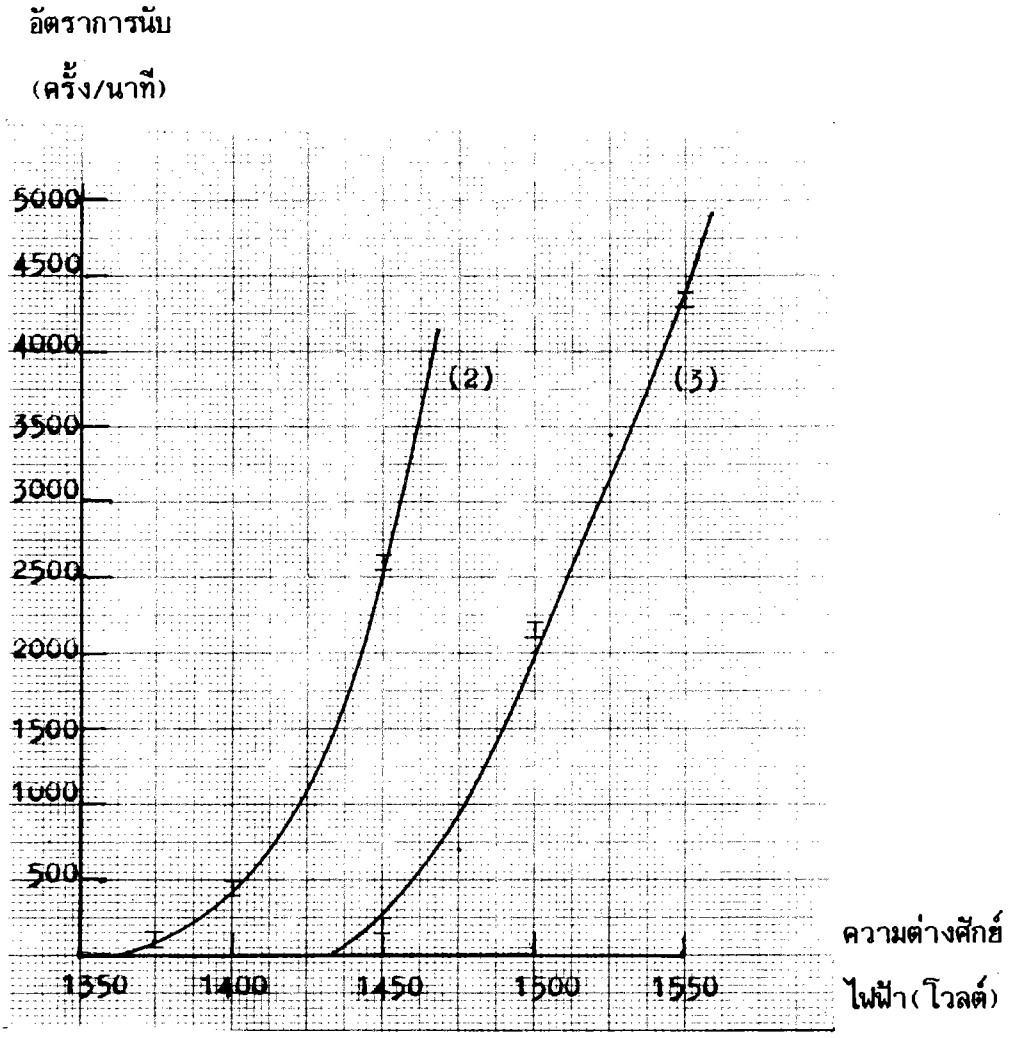
ภาพประกอบ 38 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน

(1) 97.5% ของอาร์กอน ต่อ 2.5% ของมีเธน

(2) 90% ของอาร์กอน ต่อ 10% ของมีเธน

(3) 80% ของอาร์กอน ต่อ 20% ของมีเธน

<u>หมายเหตุ</u> ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท หัววัดที่บรรจุแก๊สผสมอัตราส่วน 2.5% ของมีเธน ไม่มีการทำงาน



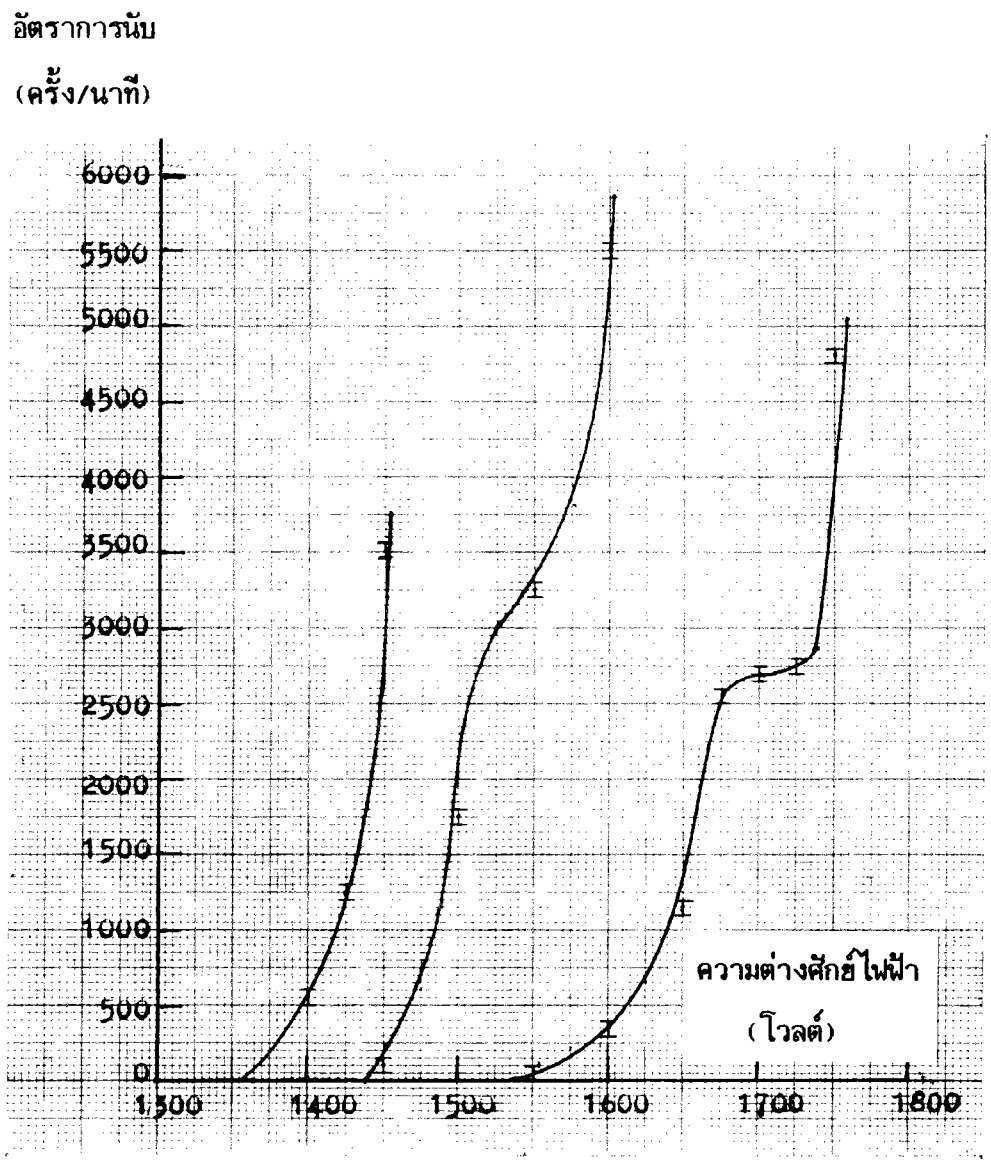
ภาพประกอบ 39 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน

(1) 97.5% ของอาร์กอน ต่อ 2.5% ของมีเธน

(2) 90% ของอาร์กอน ต่อ 10% ของมีเธน

(3) 80% ของอาร์กอน ต่อ 20% ของมีเธน

<u>หมายเหตุ</u> ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท หัววัดที่บรรจุแก๊สผสมอัตราส่วน 2.5% ของมีเธน ไม่มีการทำงาน

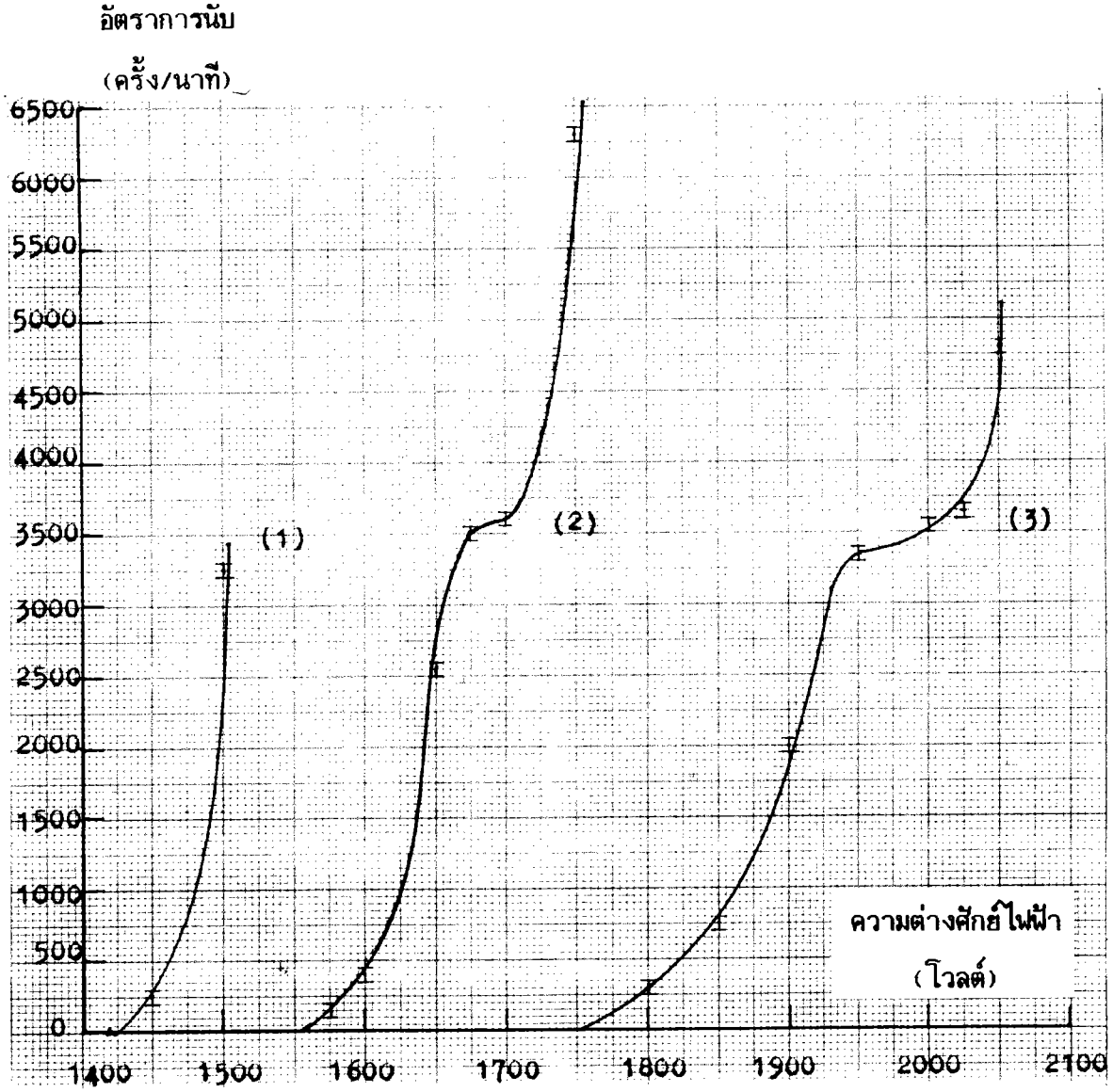


ภาพประกอบ 40 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน

(1) 97.5% ของอาร์กอน ต่อ 2.5% ของมีเธน

(2) 90% ของอาร์กอน ต่อ 10% ของมีเธน

(3) 80% ของอาร์กอน ต่อ 20% ของมีเธน

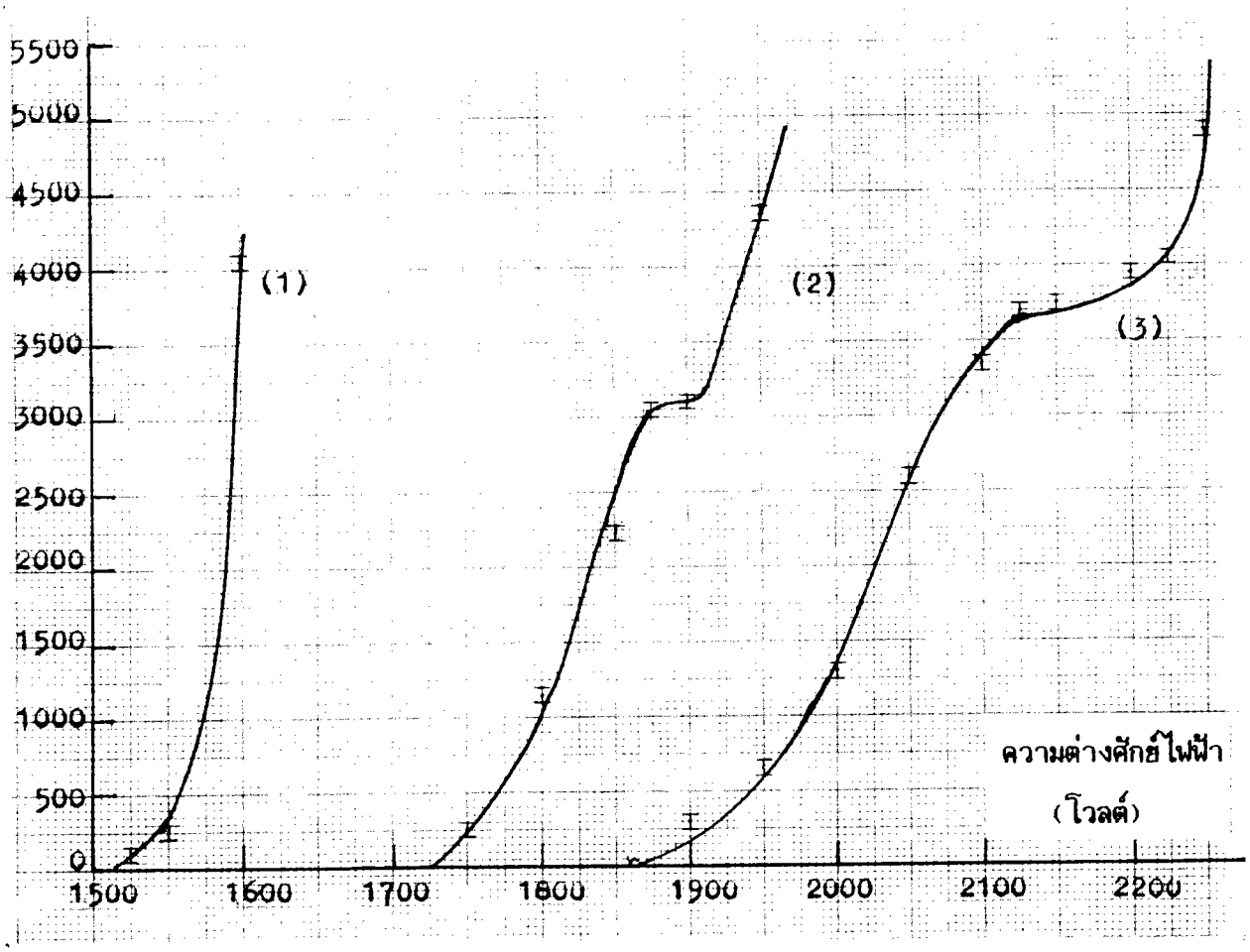


ภาพประกอบ 41 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน

(1) 97.5% ของอาร์กอน ต่อ 2.5% ของมีเทน

(2) 90% ของอาร์กอน ต่อ 10% ของมีเทน

(3) 80% ของอาร์กอน ต่อ 20% ของมีเทน

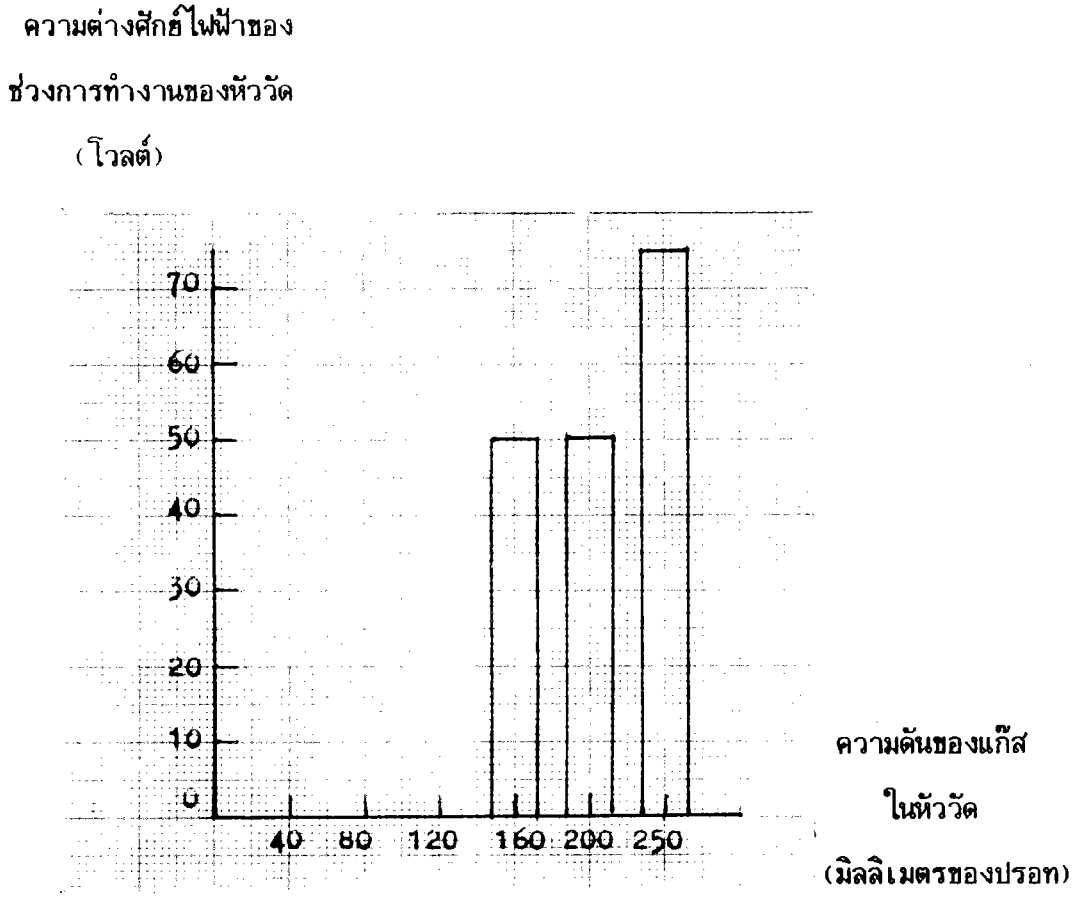


ภาพประกอบ 42 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าของหัววัดรังสีที่ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท เมื่ออัตราส่วนผสมของแก๊สต่างกัน

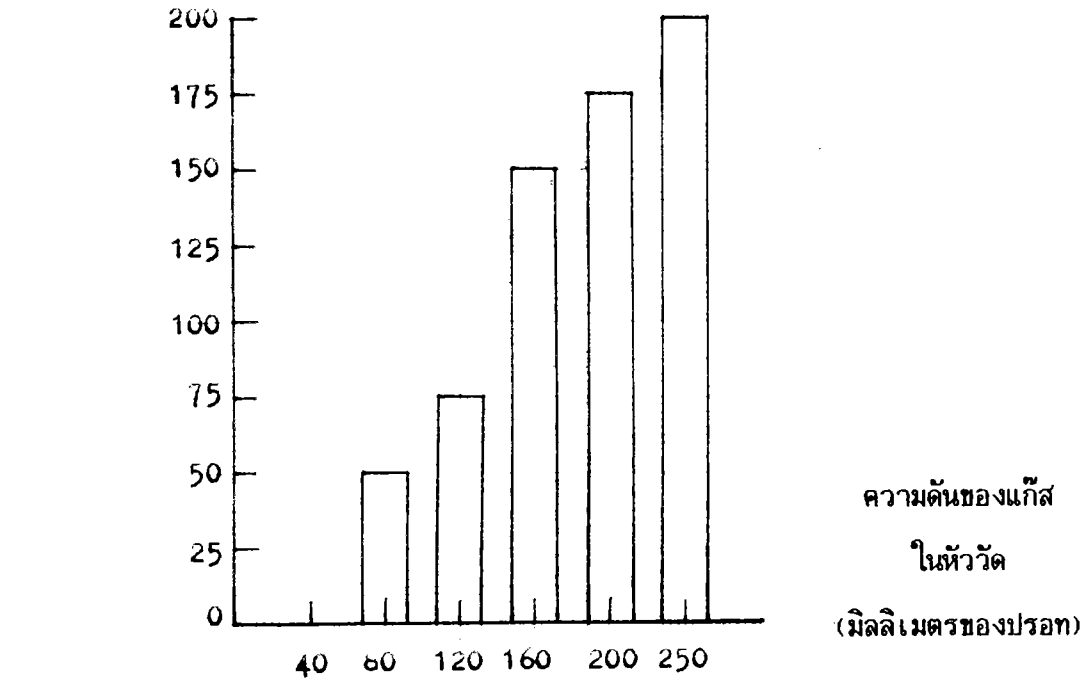
(1) 97.5% ของอาร์กอน ต่อ 2.5% ของมีเทน

(2) 90% ของอาร์กอน ต่อ 10% ของมีเทน

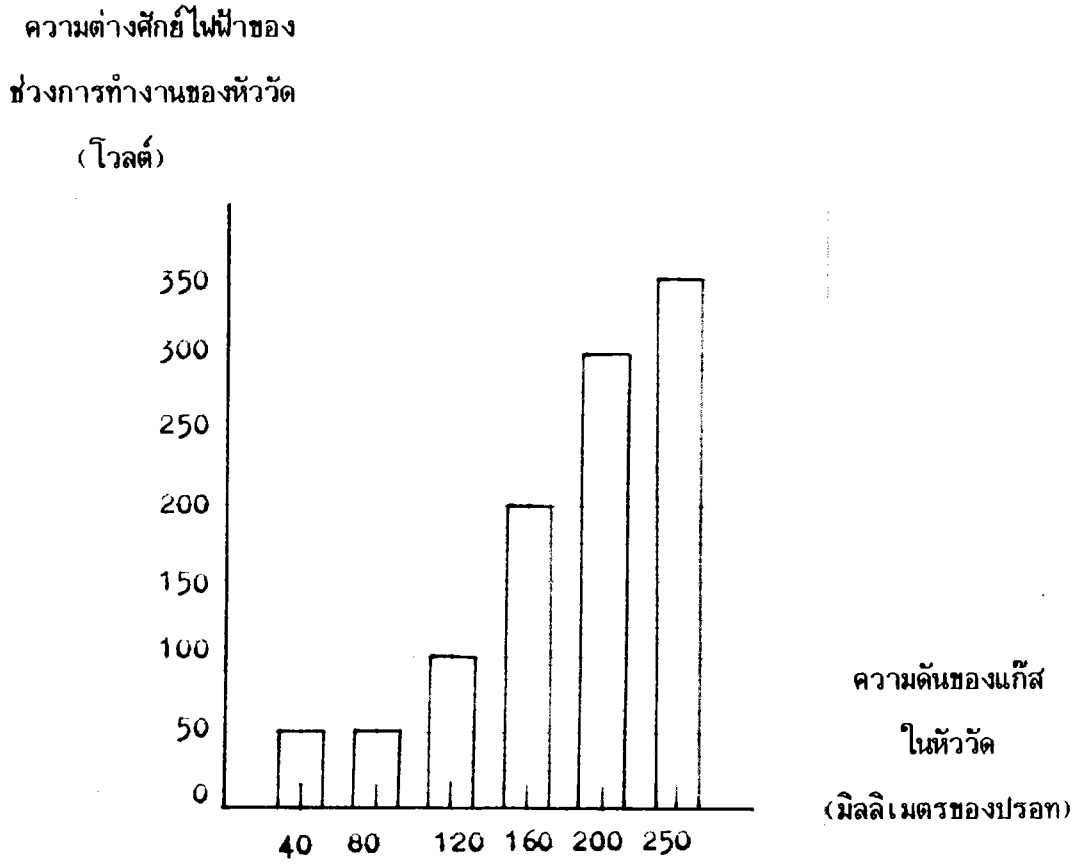
(3) 80% ของอาร์กอน ต่อ 20% ของมีเทน



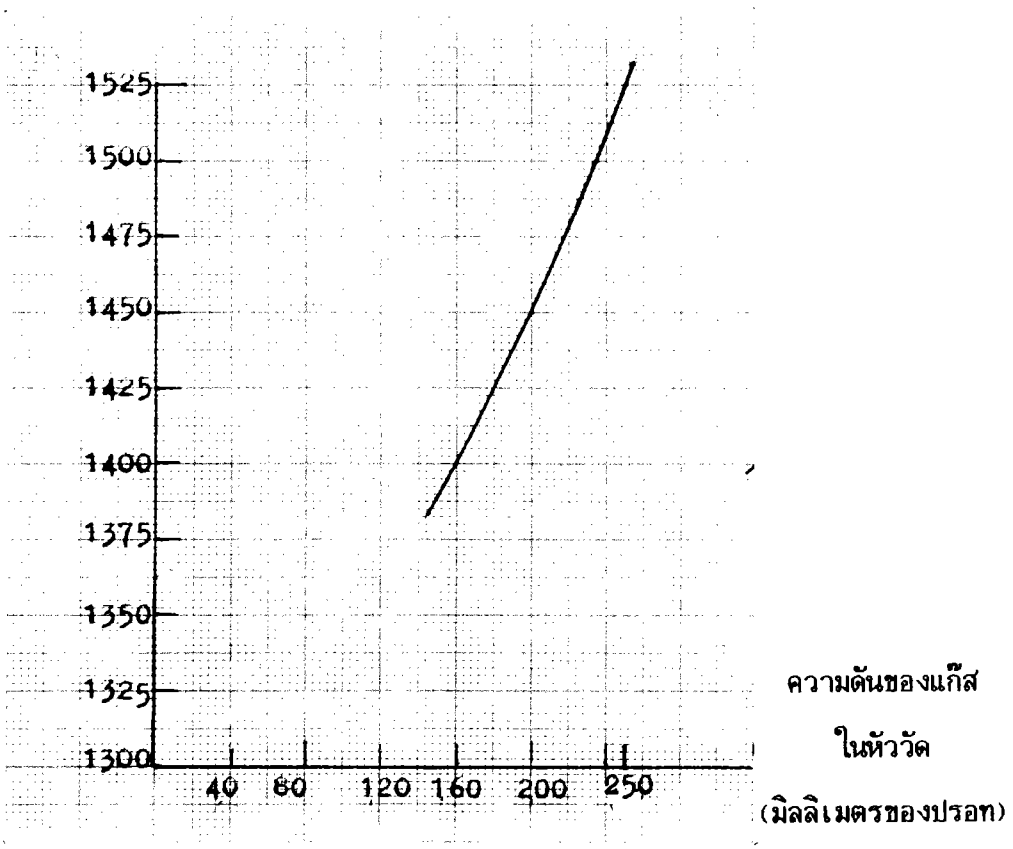
ภาพประกอบ 43 กราฟแสดงการเปรียบเทียบช่วงกว้างของการทำงานของหัววัดรังสีที่ความดันต่าง ๆ ในอัตราส่วนผสมของแก๊ส 97.5% ของอาร์กอน ต่อ 2.5% ของมีเธน



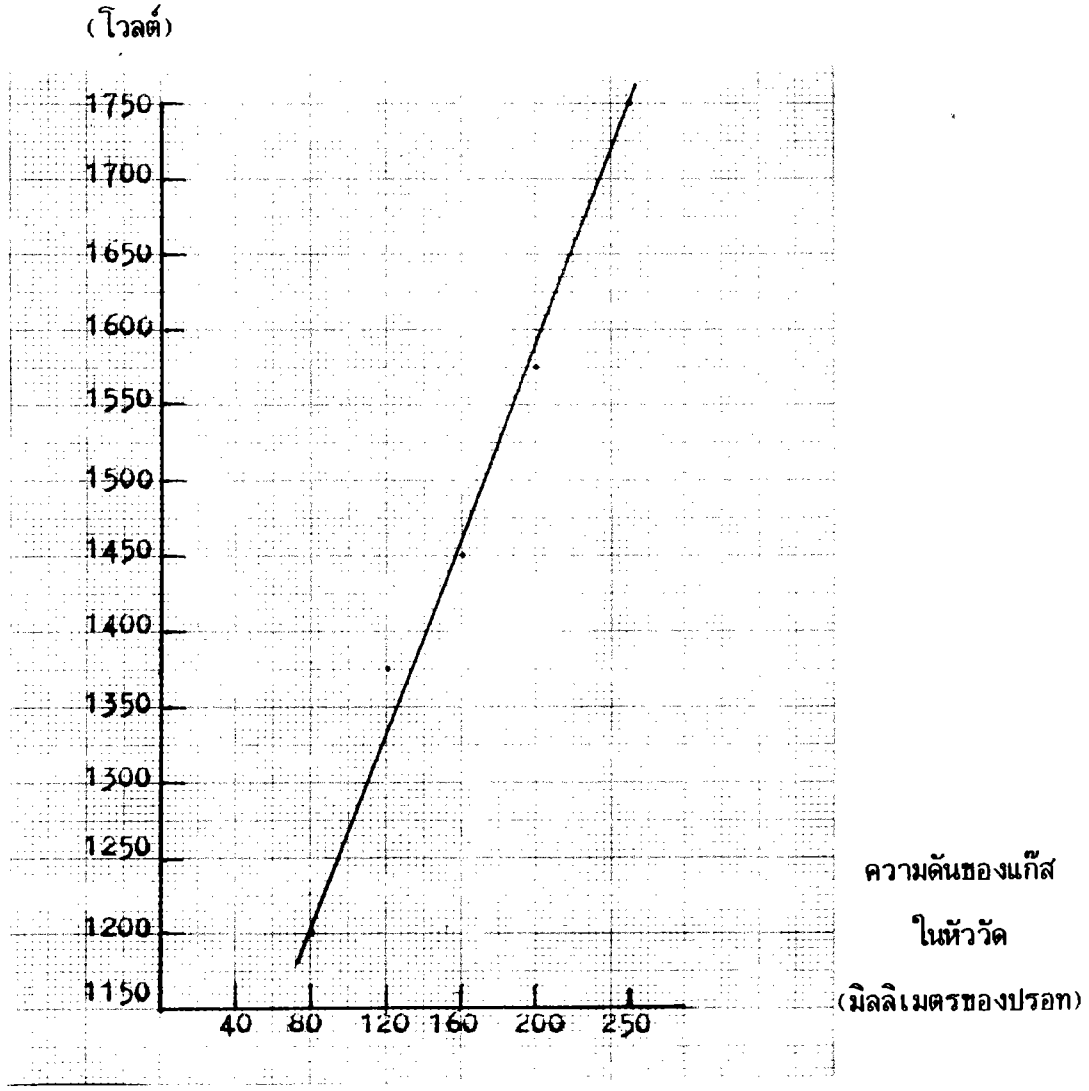
ภาพประกอบ 44 กราฟแสดงการเปรียบเทียบช่วงกว้างของการทำงานของหัววัดรังสีที่ความดันต่าง ๆ ในอัตราส่วนผสมของแก๊ส 90 ของอาร์กอน ต่อ 10% ของมีเธน



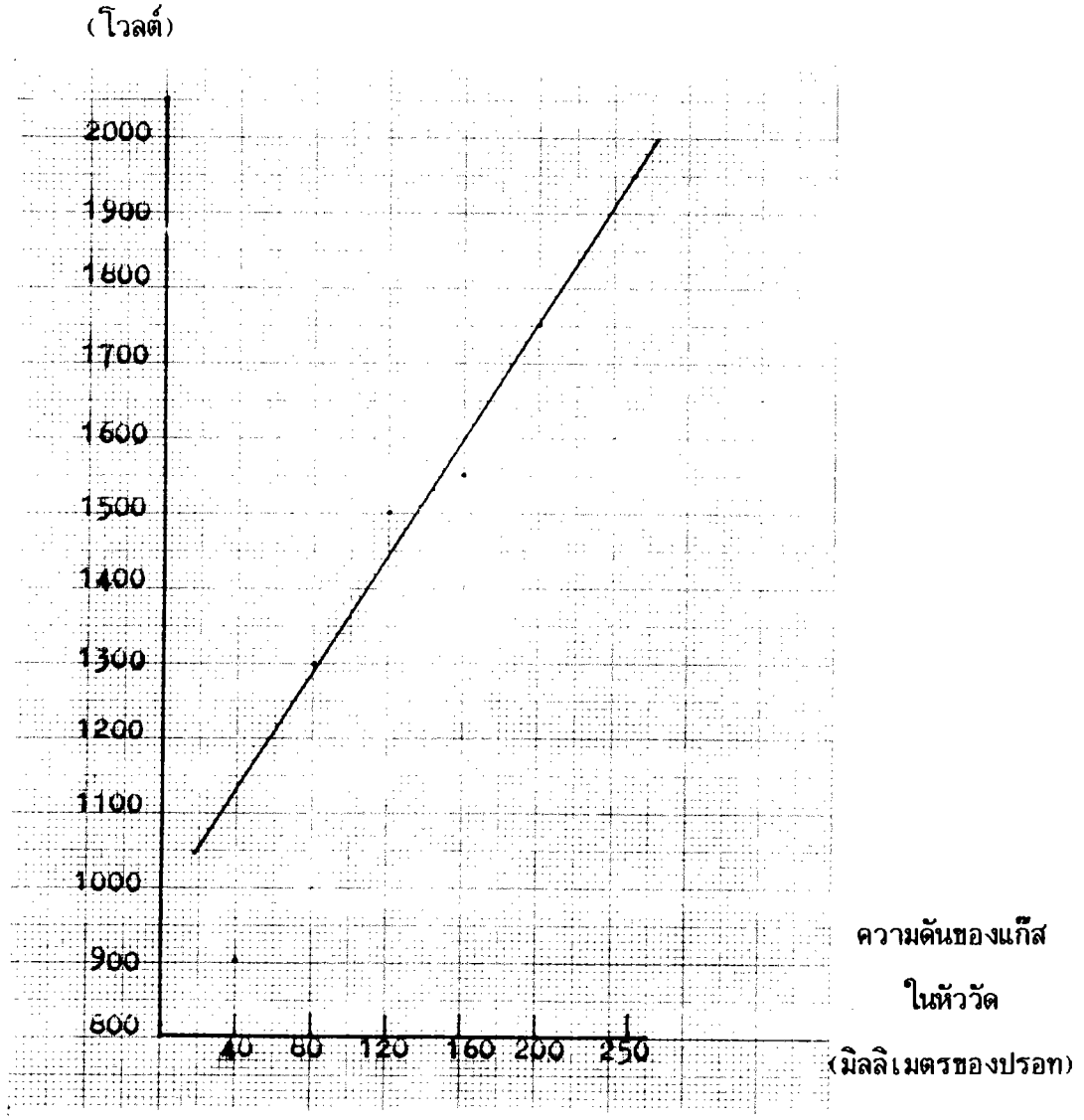
ภาพประกอบ 45 กราฟแสดงการเปรียบเทียบช่วงกว้างของการทำงานของหัววัดรังสีที่ความดันต่าง ๆ ในอัตราส่วนผสมของแก๊ส 80 ของอาร์กอน ต่อ 20% ของมีเธน



ภาพประกอบ 46 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นของการทำงานและความดันแก๊สของหัววัดรังสี ในอัตราส่วนผสมของแก๊ส 97.5% ของแก๊สอาร์กอน ต่อ 2.5% ของแก๊สมีเธน



ภาพประกอบ 47 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นของการทำงานและความดันแก๊สของหัววัดรังสี ในอัตราส่วนผสมของแก๊ส 90% ของแก๊สอาร์กอน ต่อ 10% ของแก๊สมีเธน



ภาพประกอบ 48 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้นของการทำงานและความดันแก๊สของหัววัดรังสี ในอัตราส่วนผสมของแก๊ส 80% ของแก๊สอาร์กอน ต่อ 20% ของแก๊สมีเธน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการนำหัววัดรังสีไปประกอบการสอน

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

X แทน คะแนนเฉลี่ย

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

t แทน การแจกแจงแบบ ที

กลุ่มทดลอง แทน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย

กลุ่มควบคุม แทน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลทางการศึกษาดังนี้

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอน โดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย กับการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test แบบ Independent ได้ผลดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย กับการใช้ภาพประกอบการบรรยาย

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย	20	15.4	26.99	2.19*
ได้รับการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย	20	15.4	39.52	

*P < .05

จากตาราง 18 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย และใช้ภาพประกอบการบรรยาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2.2 เปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย กับการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test แบบ Independent ได้ผลดังแสดงในตาราง 19

ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย และการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย	20	78.55	68.47	3.85***
ได้รับการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย	20	68.45	69.31	

*** $P < .001$

จากตาราง 19 แสดงว่าเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย และใช้ภาพประกอบการบรรยาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 กล่าวคือ นักเรียนที่สอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย สูงกว่านักเรียนสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ออกเป็น 2 ตอน

1. การสร้างหัววัดรังสี
2. การนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน

1. การสร้างหัววัดรังสี

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อสร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ และทดลองหาอัตราส่วนผสมของไอออนไนซิ่งแก๊ส และเคว้นชิ่งแก๊ส กับความดันของแก๊สภายในหัววัดที่เหมาะสมที่ทำให้หัววัดรังสีมีประสิทธิภาพการใช้งานได้ดี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างหัววัดรังสี ได้แก่
   - 1.1 หลอดแก้วไพเรกซ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร
   - 1.2 หลอดแก้วไพเรกซ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร
   - 1.3 แผ่นสเตนเลส
   - 1.4 เส้นลวดทังสเตน
   - 1.5 เครื่องเป่าแก้ว

2. เครื่องมือที่ใช้ในการบรรจุแก๊ส ได้แก่
   - 2.1 แก๊สที่ใช้บรรจุในหัววัดรังสี

- แก๊สอาร์กอน
- แก๊สมีเธน

2.2 เครื่องดูดอากาศ

2.3 เครื่องวัดความดันของแก๊ส

2.4 ถังผสมแก๊ส

2.5 เครื่องอบไฟฟ้า

3. <u>เครื่องมือที่ใช้กับหัววัดรังสีในการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี</u> ได้แก่

3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูง

3.2 เครื่องนับรังสี

3.3 ออสซิลโลสโคป

3.4 แหล่งกำเนิดรังสี

<u>วิธีดำเนินการ</u>

1. สร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ จากหลอดแก้วไพเรกซ์ แผ่นสเตนเลสและลวดทังสเตน

2. ดูดอากาศในหัววัดรังสีออกโดยเครื่องดูดอากาศ แล้วบรรจุแก๊สที่ผสมระหว่างอาร์กอนและมีเธนในอัตราส่วนที่กำหนด 97.5% : 2.5%, 90% : 10% และ 80% : 20% แต่ละอัตราส่วนบรรจุแก๊สที่ความดัน 40, 80, 120, 160, 200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท โดยทุกความดันบรรจุ 2 หัววัด แล้วเลือกหัววัดที่ทำงานดีบันทึกการทดลอง

3. นำหัววัดรังสีที่บรรจุแก๊สและเชื่อมปิดท่อบรรจุแก๊สด้วยความร้อนเรียบร้อยแล้วมาศึกษาอัตราการนับกับแหล่งกำเนิดรังสี (ในงานวิจัยนี้ใช้ เรเดียม 226) บันทึกอัตราการนับที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ

4. นำข้อมูลอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้า ที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างอัตราการนับและความต่างศักย์ไฟฟ้าเพื่อหาโค้งพลาโต

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาอัตราการนับของหัววัดรังสี
2. หาช่วงกว้างของโค้งพลาโต

สรุปผลการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้สร้างหัววัดรังสีจำนวน 36 หัววัด เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีที่บรรจุ ไอออนไนซิ่งแก๊ส (ใช้แก๊สอาร์กอน) และ เควันซิ่งแก๊ส (ใช้แก๊สมีเธน) ต่าง ๆ กัน แต่ละอัตราส่วนศึกษาคุณสมบัติของหัววัดที่ความดันต่าง ๆ กัน ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. อัตราส่วนผสมของแก๊ส 97.5% ของแก๊สอาร์กอน ต่อ 2.5% ของแก๊สมีเธน

บรรจุแก๊สที่ความดันต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังนี้

1.1 ที่ความดัน 40, 80, 120 มิลลิเมตรของปรอท

ไม่ปรากฏการทำงานของหัววัดรังสีในช่วงนี้ในการตรวจวัดรังสี

1.2 ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 50 โวลต์ ระหว่าง 1400 - 1450 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต

1.3 ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 50 โวลต์ ระหว่าง 1450 - 1500 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต

1.4 ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 75 โวลต์ ระหว่าง 1525 - 1600 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต

2. อัตราส่วนผสมของแก๊ส 90% ของแก๊สอาร์กอน ต่อ 10% ของแก๊สมีเธน

บรรจุแก๊สที่ความดันต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังนี้

2.1 ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท

ไม่มีการทำงานของหัววัด ในการตรวจวัดรังสี

2.2 ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 50 โวลต์ ระหว่าง 1200 - 1250 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต

2.3 ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 75 โวลต์ ระหว่าง 1375 - 1450 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต

2.4 ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 150 โวลต์ ระหว่าง 1450 - 1600 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโตความชัน 10% ต่อ 25 โวลต์

2.5 ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 175 โวลต์ ระหว่าง 1575 - 1750 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโตความชัน 4.3% ต่อ 25 โวลต์

2.6 ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 200 โวลต์ ระหว่าง 1750 - 1950 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโตความชัน 10.5% ต่อ 50 โวลต์

3. <u>อัตราส่วนผสมของแก๊ส 80% ของแก๊สอาร์กอน ต่อ 20% ของแก๊สมีเธน</u>

บรรจุแก๊สที่ความดันต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 ที่ความดัน 40 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 50 โวลต์ ระหว่าง 900 - 950 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต

3.2 ที่ความดัน 80 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 50 โวลต์ ระหว่าง 1300 - 1350 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต

3.3 ที่ความดัน 120 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 100 โวลต์ ระหว่าง 1450 - 1550 โวลต์ ไม่มีช่วงโค้งพลาโต

3.4 ที่ความดัน 160 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 200 โวลต์ ระหว่าง 1550 - 1750 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโตความชัน 8% ต่อ 50 โวลต์

3.5 ที่ความดัน 200 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 300 โวลต์ ระหว่าง 1750 - 2050 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโตความชัน 9% ต่อ 75 โวลต์

3.6 ที่ความดัน 250 มิลลิเมตรของปรอท

มีช่วงการทำงาน 350 โวลต์ ระหว่าง 1950 - 2250 โวลต์ มีช่วงโค้งพลาโตความชัน 9.4% ต่อ 100 โวลต์

จากผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนของแก๊สผสม 97.5% ของอาร์กอน ต่อ 2.5% ของมีเธน เป็นอัตราส่วนที่ไม่เหมาะสมเพราะมีช่วงการทำงานสั้นมาก

สำหรับอัตราส่วน 90% ของอาร์กอน ต่อ 10% ของมีเธน หัววัดรังสีสามารถทำงานได้ที่ความดัน 80, 120, 160, 200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท มีช่วงโค้งพลาโตที่ความดัน 160, 200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท

ที่อัตราส่วน 80% ของอาร์กอน ต่อ 20% ของมีเธน หัววัดรังสีสามารถทำงานได้ที่ความดัน 40, 80, 120, 160, 200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท มีช่วงโค้งพลาโตที่ความดัน 160, 200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท

จากการทดลองนี้พบว่าที่ความดันเดียวกัน ถ้าอัตราส่วนผสมของเคว้นชิ่งแก๊ส (มีเธน) มากขึ้น ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหัววัดรังสีจะยิ่งสูงขึ้นตามส่วนผสมของเคว้นชิ่งแก๊ส

อภิปรายผลการทดลอง

การศึกษาวิจัยนี้ อภิปรายการทดลองแยกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. การสร้างหัววัดรังสี

2. ประสิทธิภาพของหัววัดรังสี

1. การสร้างหัววัดรังสี

จากการสร้างหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ ใช้เทคนิคการเชื่อมแก้วติดกับโลหะ เชื่อมแก้วติดกับแก้วและการเป่าแก้ว วัสดุที่ใช้ในการสร้างเป็นวัสดุหาได้ภายในประเทศและราคาถูก หัววัดที่สร้างขึ้นราคาประมาณหัววัดละ 150 บาท ซึ่งถ้าซื้อจากต่างประเทศจะมีราคาประมาณ 3000 - 5000 บาท หัววัดรังสีที่ใช้ตรวจวัดรังสีมีความจำเป็นมากในด้านการนำมาประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเกี่ยวกับนิวเคลียร์ฟิสิกส์ ดังนั้นการพัฒนาการสร้างหัววัดรังสีจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

หลักสำหรับการสร้างหัววัดรังสี พอสรุปได้ดังนี้

1.1 ผู้สร้างควรมีทักษะการเป่าแก้วพอสมควร

1.2 การเชื่อมแก้วหุ้มเส้นลวดทังสเตน ต้องใช้แก้วไพเรกซ์และการเชื่อมนั้น บริเวณที่เชื่อมต้องมีสีเหลืองค่อนข้างแดง เพื่อไม่ให้อากาศรั่วซึมเข้าในหัววัดรังสีได้

1.3 เส้นลวดทังสเตนที่ใช้เป็นขั้วบวกและแผ่นสเตนเลสม้วนกลมที่ใช้เป็นขั้วลบในหัววัดจะต้องทำความสะอาดอย่างดี ด้วยอะซิโตนหลาย ๆ ครั้ง

1.4 ปลายของเส้นลวดทังสเตน จะต้องขัดให้ปลายมน ไม่ให้มีส่วนที่แหลมเพราะจะทำให้เกิดโคโรนาดิสชาร์จ (Coronadischarge)

1.5 เส้นลวดทังสเตนที่ใช้เป็นขั้วบวกต้องจัดให้อยู่ตรงกึ่งกลางของหลอด

1.6 แผ่นสเตนเลสที่ม้วนกลมสำหรับเป็นขั้วลบ ต้องม้วนให้กลมและเรียบอย่าให้มีส่วนที่แหลมคม เพื่อป้องกันการเกิดโคโรนาดิสชาร์จ

1.7 การเชื่อมแก้วให้ติดกันจะต้องเชื่อมให้เป็นเนื้อเดียวกันเพื่อป้องกันไม่ให้แก้วร้าว และทุกครั้งที่เชื่อมแก้วเรียบร้อยแล้วจะต้องบ่มแก้วทุกครั้งเพื่อไม่ให้แก้วแตกง่าย

1.8 เมื่อเชื่อมปิดหัววัดเรียบร้อยแล้ว ควรตรวจดูว่ามีรอยรั่วหรือไม่ โดยนำหัววัดไปแช่น้ำ เป่าลมเข้าไปในหัววัดทางท่อบรรจุแก๊สด้วยเครื่องปั๊มลม ถ้ามีรอยรั่วจะเกิดฟองอากาศ

2. ประสิทธิภาพของหัววัดรังสี

จากการสร้างหัววัดรังสีและทดลองหาประสิทธิภาพ ปรากฏว่าหัววัดรังสีที่ใช้ส่วนผสมของ แก๊สอาร์กอนที่ใช้เป็นไอออนไนซิ่งแก๊ส : แก๊สมีเธนที่ใช้เป็นเคว้นชิ่งแก๊ส 97.5% : 2.5% ไม่ดีพอที่จะนำไปใช้งานเพราะมีช่วงการทำงานสั้นและการทำงานของเคว้นชิ่งแก๊สไม่เหมาะสม ทั้งนี้เพราะในการตรวจวัดรังสี หลังจากเอาแหล่งกำเนิดรังสีออกแล้วก็ยังมีการนับอยู่บ้างเล็กน้อย

ที่อัตราส่วน 90% : 10% และ 80% : 20% หัววัดรังสีสามารถทำงานได้ แม้จะมีช่วงโค้งพลาโตไม่กว้างมากนัก แต่ก็สามารถนำไปใช้ในการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีได้ที่ความดันเดียวกันอัตราส่วนผสมของแก๊ส 80% : 20% จะมีช่วงการทำงานกว้างกว่าอัตราส่วนผสม 90% : 10% ความดันที่มีช่วงการทำงานกว้างที่สุดคือ 250 มิลลิเมตรของปรอท

ในอัตราส่วนเดียวกันของแก๊ส หัววัดที่มีความดันสูงกว่าจะมีช่วงการทำงานกว้างกว่าหัววัดที่มีความดันต่ำกว่า

หัววัดรังสีที่สร้างขึ้นนี้ยังมีช่วงการทำงานที่ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าค่อนข้างสูง สามารถนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการทดลองได้ในเรื่องการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้ในการสำรวจแหล่งกัมมันตภาพรังสีในท้องที่ต่าง ๆ ได้ จึงจำเป็นต้องพัฒนาหัววัดรังสีให้มีช่วงการทำงานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำ ๆ ลงไปอีกต่อไป

ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยการสร้างหัววัดรังสี โดยเปลี่ยนใช้เคว้นชิ่งแก๊ส อื่น ๆ ได้แก่ สารอินทรีย์ตัวอื่น หรือธาตุในหมู่ฮาโลเจน ดังที่แสดงในตาราง 3 สำหรับธาตุในหมู่ฮาโลเจน จะทำให้หัววัดรังสีมีอายุการใช้งานนานขึ้น เพราะธาตุหมู่นี้เมื่อแตกตัวแล้ว สามารถกลับรวมตัวเป็นอะตอมใหม่ พร้อมทั้งยังทำให้หัววัดรังสีมีช่วงการทำงานที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าพวกสารอินทรีย์ (หัววัดที่ใช้สารอินทรีย์ เริ่มการทำงานประมาณ 1200 โวลต์ ธาตุหมู่ฮาโลเจน เริ่มประมาณ 700 โวลต์) แต่ธาตุหมู่ฮาโลเจนมีข้อจำกัดที่มักเป็นสารมีพิษ ในการเตรียมจะต้องใช้เครื่องมือที่มีมาตรฐานสูง และต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมาก

2. ควรมีการพัฒนาการสร้างหัววัดรังสี โดยใช้ลวดทังสเตนที่มีขนาดเล็ก ๆ เป็นขั้วบวก ทั้งนี้เพราะเส้นลวดทังสเตนที่มีขนาดเล็ก จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าได้แรงกว่าเส้นที่มีขนาดใหญ่กว่า

3. ควรทดลองสร้างหัววัดรังสี โดยใช้ลวดทังสเตนต่อกับเส้นโลหะอื่น ๆ ที่มีราคาถูก เช่น ลวดนิโครม ใช้ส่วนที่เป็นทังสเตนเชื่อมติดกับแก้ว ส่วนที่เป็นโลหะอื่นเป็นขั้วบวกที่อยู่ในหลอด เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการสร้าง

2. การนำหัววัดไปใช้ประกอบการสอน

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการนำหัววัดรังสีที่สร้างขึ้นไปใช้ประกอบการสอนในเนื้อหากัมมันตภาพรังสี ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเปรียบเทียบการสอน 2 วิธี

วิธีแรก เป็นการสอนโดยการสาธิตประกอบการบรรยาย โดยใช้หัววัดรังสีเป็นอุปกรณ์

วิธีที่สอง เป็นการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย

สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เรียนจากการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย กับการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เรียนจากการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย กับการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยายกับนักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยายกับนักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยายมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสมุทรปราการ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 20 คน กำหนดโดยการสุ่มแบบจับคู่ แล้วจับสลากเลือกกลุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนเรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" 2 แบบ

2.1.1 แผนการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย

2.1.2 แผนการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.76

2.3 แบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบสอบถามที่มีตัวเลือก 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อความ มีค่าความเชื่อมั่น 0.89

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 สุ่มกลุ่มตัวอย่างและแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

- กลุ่มทดลอง
- กลุ่มควบคุม

3.2 ทำการทดลองโดยผู้วิจัยสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาที่สอนเท่ากัน

3.2.1 กลุ่มทดลองใช้แผนการสอนที่ใช้การสาธิตประกอบการบรรยาย

3.2.2 กลุ่มควบคุมใช้แผนการสอนที่ใช้ภาพประกอบการบรรยาย

3.3 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทดสอบกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

3.4 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

2. หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

ตรวจสอบสมมติฐานทั้ง ข้อ 1 และข้อ 2 โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2527 : 191)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยายกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยายกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยายมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาครั้งนี้ได้นำหัววัดรังสีมาประกอบการเรียนการสอนเรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผลดังนี้

1. เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยายกับการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การสาธิตประกอบการบรรยายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย

การที่ผลการทดลองเป็นเช่นนี้ เพราะกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตประกอบการบรรยาย ได้เรียนจากอุปกรณ์ของจริง และมีโอกาสร่วมการทดลอง ตลอดจนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากอุปกรณ์การทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้อุปกรณ์การสอนที่เป็นของจริงสามารถดึงดูดความสนใจในการเรียนของนักเรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนจากการสาธิตประกอบการบรรยายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการใช้ภาพประกอบการบรรยาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจาคอปสัน (Jacobson. 1969 : 109 - 112) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการใช้อุปกรณ์มีความสามารถในการเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้อุปกรณ์ และจากการวิจัยของยัง (Young. 1970 : 53) ก็พบว่านักเรียนที่เรียน

โดยการใช้อุปกรณ์การทดลองมีความสามารถในการอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้มากกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนบรรยาย

2. เรื่องการเปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

เปรียบเทียบเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการใช้การสาธิตประกอบการบรรยายกับการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนที่เรียนโดยการสาธิตประกอบการบรรยายมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการใช้ภาพประกอบการบรรยาย

ผลการทดลองเป็นเช่นนี้เพราะการสอนโดยมีอุปกรณ์หัววัดรังสี เป็นสื่อการสอนใหม่สำหรับนักเรียนและเป็นสื่อที่สร้างขึ้นเองทำให้นักเรียนตื่นเต้น เกิดความกระตือรือร้นต่อการเรียนและนักเรียนยังสามารถเห็นขั้นตอนการทดลองได้ชัดเจน นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็ว จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้นักเรียนที่เรียนโดยมีหัววัดรังสีประกอบการสอน มีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ครูที่ทำการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการนำอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองและในกรณีที่มีอุปกรณ์การสอนไม่เพียงพอ ครูควรนำการสาธิตการทดลองเข้าไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน แทนการที่ครูจะบรรยายเนื้อหาเพียงอย่างเดียว ได้มีผู้วิจัยหลายท่านวิจัยพบว่า การสอนแบบสาธิตกับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองนั้นให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พอ ๆ กัน เราจึงสามารถนำการสอนแบบสาธิตมาใช้แทนการสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง ในกรณีที่ต้องการประหยัดเวลาและอุปกรณ์

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาค้นคว้าต่อไป

ในเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ ในระดับมัธยมศึกษานั้นยังมีเนื้อหาที่นักเรียนเข้าใจยากและไม่มีอุปกรณ์การทดลองใช้ในการสอน ควรมีการศึกษาค้นคว้าสร้างอุปกรณ์ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็วและเข้าใจง่ายขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

คณะกรรมการบริหารและคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ. ปัญหาที่สำคัญของชาติ และแนวทางการวิจัยเพื่อการพัฒนา. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ, 2528.

โชติ สาลีฉัน. หลักการประดิษฐ์และสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.

ชวลิต วัฒนวงศ์. การศึกษาสถานภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนและการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ของสถานฝึกหัดครู ปีการศึกษา 2516. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517.

ชัชวาล วิริยกุล. ผลของการสาธิตโดยเทปโทรทัศน์ที่เสนอภาพช้าด้วยความเร็วต่าง ๆ ที่มีต่อทักษะการเล่นฟุตบอลของนักศึกษาชั้นปีที่ วิชาเอกพลศึกษา วิทยาลัยครูนครปฐม. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : เจริญผล, 2527.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

น้อมฤดี จงพยุหะ และคนอื่น ๆ. คู่มือการศึกษาวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มิตรสยาม, 2517.

นิมิตร มาศเกษม. การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ ระหว่างวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลอง. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518

ประดับ เรืองมาลัย. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2524.

ประธาน วัฒนาวาณิชย์. จะสอนบรรยายไม่ง่ายเหมือนที่คิด (วาทการสำหรับผู้สอน). กรุงเทพฯ : ประกายพรึก, 2529.

ประภาเพ็ญ สุวรรณ. ทัศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2520.

ประสิทธิ์ เจริญชวัญ. ฟิสิกส์นิวเคลียร์ เล่ม 2. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2526.

ปินวดี จิระนรานุรักษ์. ศึกษาพฤติกรรมการสอนทั่วไปของอาจารย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519.

พิทักษ์ รักษพลเดช. นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์. ม.ป.ท., 2523.

ไพศาล เลาห์เรณู. การถนอมอาหารด้วยการอาบรังสี. กรุงเทพฯ : สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2513. เอกสารโรเนียว.

ภพ เลาหไพบูลย์ และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัย เรื่องสภาพปัญหาในการเรียนการสอนเกี่ยวกับการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524. เชียงใหม่ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2528.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.

_____. ฟิสิกส์ เล่ม 2. กรุงเทพฯ : เอช - เอ็น, 2525.

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

วรวิทย์ วศินสรากร. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518.

วิมล จิตวัฒนากร. นิวเคลียร์ฟิสิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

วิรงรอง โรจนกุล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้แผนภาพโปร่งใสประกอบและการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.

ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมสามัญ. ประมวลศัพท์บัญญัติวิชาการศึกษา. กรุงเทพฯ : คุรุสภา, 2499.

สมเกียรติ กรีทอง. เทคนิคการวัดรังสี. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.

สมจิต สวธนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. "การวัดเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์", มิตรครู. 13 : 11 - 15 ; กรกฎาคม 2522.

สุขุม สุขุมมาลพงษ์. ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป ในวิทยาลัยวิชาการศึกษา ปีการศึกษา 2516. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517.

สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. รายงานครบรอบ 10 ปี. กรุงเทพฯ : สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2515.

_____. รายงานประจำปี 2521. กรุงเทพฯ : สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2522.

_____. รายงานประจำปี 2523. กรุงเทพฯ : สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2525.

_____. ครบรอบ 20 ปี พ.ป.ส. กรุงเทพฯ : สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2525.

_____. บทบาทของการทดสอบโดยไม่ทำลาย. กรุงเทพฯ : สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2526.

อนันตสิน เตชะกำพุช และคนอื่น ๆ. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อะตอมและนิวเคลียส. กรุงเทพฯ : ประสานมิตร, 2521.

อรุณีย์ แสงอริยวนิช. นิวเคลียร์ฟิสิกส์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.

อำนวย รุ่งรัศมี. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.

Bossing. Nelson Louis. Teaching in Secondary schools. 3rd ed. Boston : Houghton mifflin Co., 1963.

Bush, H. "Variabillity of Plateau Gradients for Large - Diameter End - Window Geiger - Muller Tubes, Sci Instur. 6 : 561, 1973.

Chase, Grafton D., Rabinowitz, Joseph 1. Principle of Radioisotope Methodology. Minnesota : Buegess Publishing Company, 1962.

Glower, Donald D. Experimental reactor analysis and Radiation Measurements. New York : McGraw - Hill Book Company, 1965.

Jacopson, Leonard, I. "Relationship of Intelligence and Mediating Process to Concept Learning", Journal of Educational. Phychology, 1969.

John, Kenneth W., "A Comparison of Two Method of teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured proble - solving" Dissertation Abstracts. 4(27), 1966.

Knoll, Glenn f. Radiation detector and Measurement. New York : John Wiley & Sons, 1979.

Lapp, Ralph E. and Andrews, Howard L. Nuclear Radiation Physics. Second Edition. New Jersey : Prentice - Hall, Inc., 1961.

Littlefield, T.A. and Thorley, N. Atomic and Nuclear Physics an Introduction. third edition. Prince : Van Nostrand, 1980.

Owen, J.H. The Ability to Recognize and Apply Scientific Principle in New Stituation : An Experiment Investigation in High School Biology And Chemistry Science Education. 1959.

Prince, William J. Nuclear Radiation Detection. 2nd ed. New York : McGraw - Hill, 1964.

Ruduff, William, "Differences in Retention between populations of seven grade science student taught by the method of instrution : Small Group Laboratory and Teacher Demonstration, Dissertation Abstracts. 1970.

Russell, Wehr M. and Richard Jr., Jame A. Physics of the Atom. 2nd. ed. Addison - Wesley, 1972.

Strehle, Joseph A., "A comparative Achievement of Seventth Grade Exploratory Science Student taught by Laboratory Versus Enriched Lecture Demonstration Methods of instruction" Dissertation Abstracts. 1964.

Sund, Robert B. and trobridge, Lestic W. Teaching Science by Inquiry in secondary school. Ohio : Charles E. Merril Publishing Co., 1967.

Yingprayoon, j. Study of Self - Quenched Geiger - Muller Counter. Master's Thesis. Bangkok : Mahidol University, 1979.

Young, Richard. C. The Nurturance of Independence and of Independence Learning in Fourth Grade Chidren Throuth Inquiry Development Final Report. Reserch in Educational. 1970.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ
- ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม

ตาราง 20 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กัมมันตภาพรังสี

ข้อที่	p	r
1	.55	.30
2	.65	.30
3	.40	.20
4	.60	.20
5	.75	.50
6	.35	.50
7	.70	.60
8	.45	.30
9	.45	.50
10	.75	.50
11	.55	.30
12	.75	.50
13	.50	.40
14	.30	.40
15	.45	.50
16	.45	.50
17	.75	.20
18	.80	.40
19	.60	.40

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	p	r
20	.75	.50
21	.65	.50
22	.55	.70
23	.75	.30
24	.65	.70
25	.55	.30
26	.65	.50
27	.75	.30
28	.60	.40
29	.40	.20
30	.35	.30

ตาราง 21 แสดงค่า อัตราส่วนของคนที่ตอบถูก (p) อัตราส่วนของคนที่ตอบผิด (q) และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กัมมันตภาพรังสี

ข้อที่	p	q	pq
1	.51	.45	.25
2	.56	.44	.25
3	.46	.54	.25
4	.67	.33	.22
5	.77	.23	.18
6	.36	.64	.23
7	.79	.21	.17
8	.33	.67	.22
9	.44	.56	.25
10	.67	.33	.22
11	.44	.56	.25
12	.82	.18	.15
13	.46	.54	.25
14	.33	.67	.22
15	.61	.39	.24
16	.56	.44	.25
17	.33	.67	.22
18	.85	.15	.13
19	.64	.36	.23

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
20	.67	.33	.22
21	.74	.26	.19
22	.67	.33	.22
23	.82	.18	.15
24	.77	.23	.18
25	.64	.36	.23
26	.59	.41	.24
27	.77	.23	.18
28	.56	.44	.25
29	.51	.49	.25
30	.31	.69	.21

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กัมมันตภาพรังสี โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเตอร์ - ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 6.50$$

$$\Sigma X = 689$$

$$\Sigma X^2 = 13083$$

จากสูตร

$$S^2_t = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{(N)(N-1)}$$

$$S^2_t = \frac{39(13083) - (689)^2}{(39)(38)}$$

$$= \frac{510237 - 474721}{1482}$$

$$= \frac{35516}{1482}$$

$$= 24$$

จากสูตร

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

$$r_{tt} = \frac{30}{29}\left\{1 - \frac{6.5}{24}\right\}$$

$$= \frac{30}{29}\left\{1 - 0.27\right\}$$

$$= \frac{30}{29}(0.73)$$

$$= 0.76$$

เมื่อ n แทน จำนวนข้อ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ

S^2_t แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ตาราง 23 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มสูง ($\bar{X}_h$) ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มต่ำ ($\bar{X}_l$) และค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กัมมันตภาพรังสี

ข้อ	$\bar{X}_h$	$\bar{X}_l$	t
1	3.9	2.6	4.56
2	4.0	2.7	4.33
3	3.6	2.4	3.18
4	3.6	2.9	3.05
5	3.4	1.8	4.10
6	3.6	2.5	3.14
7	4.0	2.9	3.93
8	3.4	2.2	3.08
9	4.3	2.6	4.60
10	4.0	2.1	6.78
11	4.5	3.5	3.57
12	4.1	3.2	2.65
13	3.4	1.6	5.80
14	4.0	3.0	3.30
15	4.0	3.0	4.76
16	4.0	3.2	2.20
17	4.0	3.3	2.80
18	4.2	2.7	3.80
19	4.3	3.1	2.60
20	4.3	3.3	2.86

ตาราง 24 ความแปรปรวนของแบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ

ข้อ	X_i	X^2_i	S^2_i
1	138	500	.61
2	139	505	.56
3	123	407	.74
4	128	444	.88
5	115	369	.98
6	131	453	.61
7	138	494	.46
8	116	388	1.10
9	133	483	1.04
10	127	447	1.12
11	162	672	0.41
12	145	551	0.65
13	109	331	0.87
14	144	538	0.50
15	143	527	0.40
17	141	517	0.51
18	140	522	0.82
19	147	579	0.99
20	145	555	0.75
			14.64

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กัมมันตภาพรังสี โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์อัลฟา โดยใช้สูตรครอนบัค

$$X = 2719$$

$$X^2 = 188585$$

$$S^2_i = 14.64$$

$$S^2_t = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

$$S^2_t = \frac{40(188585) - (2719)^2}{40(39)}$$

$$= \frac{7543400 - 7392961}{1560}$$

$$= 96.43$$

จากสูตร

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

$$= \frac{20}{19}\left\{1 - \frac{14.64}{96.43}\right\}$$

$$= \frac{20}{19}\left\{1 - 0.16\right\}$$

$$= \frac{20}{19}(0.85)$$

$$= 0.89$$

เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S^2_i คือ คะแนนความแปรปรวนรายข้อ

S^2_t คือ คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ภาคผนวก ข

คะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 25 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนน
1	29
2	28
3	27
4	23
5	23
6	22
7	21
8	21
9	21
10	21
11	19
12	18
13	17
14	16
15	16
16	16
17	15
18	13
19	12
20	10

ตาราง 26 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม

คนที่	คะแนน
1	27
2	23
3	22
4	21
5	21
6	21
7	20
8	18
9	17
10	16
11	15
12	15
13	12
14	12
15	12
16	10
17	8
18	8
19	5
20	5

ตาราง 27 แสดงคะแนนเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนน
1	92
2	89
3	89
4	88
5	87
6	84
7	83
8	80
9	80
10	79
11	79
12	78
13	76
14	76
15	75
16	69
17	69
18	68
19	65
20	65

ตาราง 28 แสดงคะแนนเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม

คนที่	คะแนน
1	83
2	79
3	77
4	77
5	74
6	73
7	73
8	72
9	71
10	70
11	70
12	69
13	68
14	65
15	62
16	61
17	61
18	58
19	53
20	53

ภาคผนวก ค

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
- แผนการสอนโดยการสาธิตประกอบการบรรยาย
- แผนการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง กัมมันตภาพรังสี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษะหน้าคำตอบที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

1. เมื่อนิวเคลียสของเรเดียม (Ra) สลายตัวให้รังสีแอลฟา นิวเคลียสของธาตุใหม่จะมีเลขมวลและเลขอะตอมเป็นเท่าไร

   ก. 228 และ 88

   ข. 228 และ 89

   ค. 224 และ 82

   ง. 224 และ 86

   จ. 224 และ 81

2. ในการตรวจนับกัมมันตภาพรังสีโดยใช้เครื่องไกเกอร์เคาน์เตอร์ 10 วัน นับครั้งหนึ่ง เมื่อสารกัมมันตภาพรังสีนี้มีครึ่งชีวิต 10 วัน ผลการตรวจนับข้อใดเป็นไปได้มากที่สุด (อัตรานับ ครั้ง/นาที)

   ก. 78 40 20 10

   ข. 5 10 20 40

   ค. 62 30 65 25

   ง. 40 40 39 42

   จ. 16 5 10 5

3. ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีคือข้อใด

ก. เป็นเวลาที่ใช้ในกรณีที่สารกัมมันตรังสีเหลือครึ่งหนึ่งของธาตุเดิม

ข. เป็นเวลาที่ใช้ในกรณีที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวไปครึ่งหนึ่ง

ค. เป็นเวลาที่ใช้ในกรณีที่อัตราการสลายตัวของสารลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง

ง. ข้อ ก และ ข ถูก

จ. ข้อ ก, ข และ ค ถูก

4. ถ้าสารกัมมันตรังสีเปลี่ยนจากการสลายตัวจาก 4000 Nuc/นาที เป็น 500 Nuc/นาที ใช้เวลา 30 ปี ครึ่งชีวิตของสารนี้เป็นเท่าใด

ก. 3 ปี

ข. 5 ปี

ค. 6 ปี

ง. 10 ปี

จ. 20 ปี

5. รังสีที่ไม่เบี่ยงเบนเมื่ออยู่ในสนามไฟฟ้าคือรังสีใด เพราะเหตุใด

ก. อัลฟา เพราะมีมวลมาก

ข. เบตา เพราะมีมวลน้อยมาก

ค. แกมมา เพราะไม่มีประจุ

ง. แกมมา เพราะมีความเร็วสูง

จ. อัลฟา เพราะทำให้อากาศแตกตัวได้ดี

6. ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. ธาตุกัมมันตรังสีที่ปล่อยอนุภาคอัลฟาจะมีเลขอะตอมลดลง

ข. อนุภาคอัลฟาทำให้อากาศแตกตัวมากกว่าอนุภาคเบตา

ค. ธาตุกัมมันตรังสีที่ปล่อยอนุภาคเบตาเลขอะตอมจะเพิ่มขึ้น

ง. เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นธาตุกัมมันตรังสีจะสลายตัวเพิ่มขึ้น

จ. รังสีแกมมาเป็นรังสีที่ไม่มีประจุไฟฟ้า

7. ในการรักษาโรคมะเร็ง โดยการกลืนรังสีแพทย์มักจะใช้ธาตุกัมมันตรังสีที่มีคุณสมบัติอย่างไร

ก. มีครึ่งชีวิตสั้น ๆ

ข. มีอำนาจในการรักษาทำลายเนื้อร้าย

ค. เป็นธาตุชนิดเดียวกับที่มีในอวัยวะส่วนนั้น

ง. ทั้ง ก, ข และ ค ถูก

จ. ไม่มีข้อถูก

8. เพราะเหตุใดโครโมโซมที่ถูกรังสี จึงเกิดการเปลี่ยนแปลง

ก. เพราะรังสีเข้าไปทำลายโครโมโซม

ข. เพราะรังสีเข้าไปทำปฏิกริยากับธาตุบางอย่าง

ค. เพราะรังสีทำลายยีนในโครโมโซม

ง. เพราะรังสีไปชนธาตุต่าง ๆ ในโครโมโซมกลายเป็นธาตุใหม่

จ. ไม่มีข้อถูก

9. ในการศึกษาอายุของซากพืช สัตว์โบราณ เหตุใดจึงนิยมตรวจสอบหาจากคาร์บอน -14

ก. เพราะในสิ่งมีชีวิตจะมีคาร์บอน -14 ปริมาณคงที่ และลดลงจากการสลายตัวเมื่อสิ่งมีชีวิตตาย

ข. เพราะคาร์บอน -14 เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่มีในวัตถุทุกชนิด

ค. เพราะคาร์บอน -14 เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตยาวนาน

ง. เพราะในสิ่งมีชีวิตไม่มีธาตุกัมมันตรังสีเป็นพวกยูเรเนียม

จ. เพราะคาร์บอน -14 เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่สามารถตรวจสอบได้ง่าย

10. ในการตรวจสอบโครงสร้างของวัสดุต่าง ๆ นั้นใช้กัมมันตรังสีชนิดใด เพราะเหตุใด

ก. อัลฟา เพราะมีมวลมาก

ข. เบตา เพราะมีมวลน้อยมาก

ค. แกมมาเพราะไม่มีประจุ

ง. เบตา เพราะมีประจุลบ

จ. แกมมาเพราะมีอำนาจทะลุทะลวงสูง

11. ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพันธุ์พืชเราใช้รังสีใด

ก. แกมมา

ข. เบตา

ค. อัลฟา

ง. เอกซ์เรย์

จ. คอสมิกเรย์

12. ข้อใดเป็นข้อมูลจากการสังเกต

ก. นิวเคลียสประกอบด้วยนิวตรอนและโปรตอน

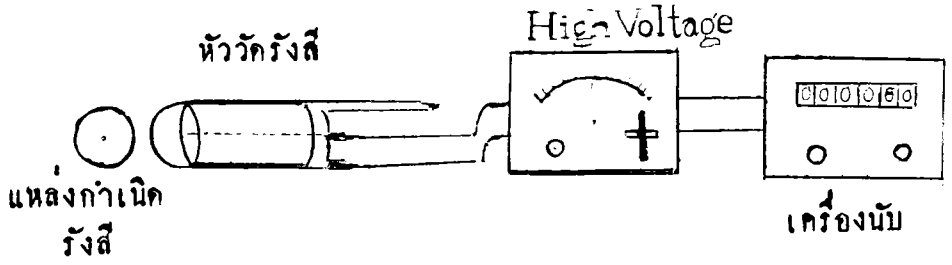
ข. รังสีอัลฟาวิ่งในอากาศได้ไกลที่สุด

ค. รังสีอัลฟามีประจุไฟฟ้าบวก

ง. เครื่องนับจะนับถี่เมื่อมีแหล่งกำเนิดรังสีอยู่ใกล้

จ. นิวตรอนของนิวเคลียสเป็นอนุภาคที่เป็นกลาง

13. จากการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี ข้อใดเป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกต



ก. รังสีที่ออกจากแหล่งกำเนิดจะทำให้แก๊สในหัววัดรังสีแตกตัว

ข. วงจร High Voltage ช่วยเพิ่มความเข้มสนามไฟฟ้าในหลอดวัด

ค. เครื่องนับนับรังสีได้นาทีละ 60 ครั้ง

ง. เมื่อแก๊สในหัววัดรังสีแตกตัวจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหล

จ. เป็นข้อมูลการสังเกตทุกข้อ

14. จากข้อมูลต่อไปนี้ ข้อใดเป็นการตีความหมายข้อมูล ไม่ ถูกต้อง

เวลา (ชั่วโมง)	อัตราการสลายตัวของธาตุ(ครั้ง/นาที)				
	ก	ข	ค	ง	จ
0	50	25	20	-	20
1	38	25	2.5	-	40
2	25	25	-	-	80

ก. ในชั่วโมงที่ 2 ธาตุ ค และ ง เป็นธาตุเดียวกัน

ข. ธาตุ ง เป็นธาตุที่ไม่ใช่ธาตุกัมมันตรังสี

ค. ธาตุ ข มีครึ่งชีวิตสูงสุดใน 5 ธาตุ

ง. ธาตุ ก มีครึ่งชีวิต 2 ชั่วโมง

จ. ธาตุ ก มีครึ่งชีวิตสั้นกว่าธาตุ ข

15. จากข้อมูลข้อ 14 ในเรื่องเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีข้อมูลใดไม่น่าเป็นไปได้

ก. ธาตุ ก

ข. ธาตุ ข

ค. ธาตุ ค

ง. ธาตุ ง

จ. ธาตุ จ

16. จากข้อมูลข้อ 14 ธาตุใด มีครึ่งชีวิตสั้นที่สุด

ก. ธาตุ ก

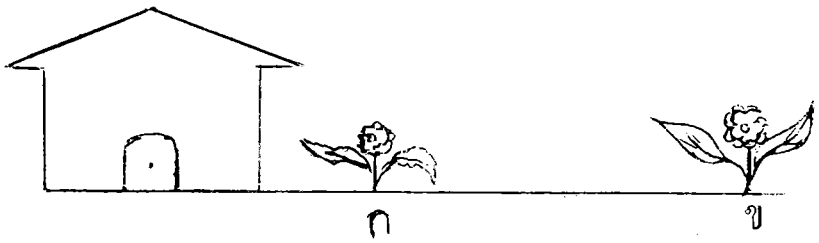
ข. ธาตุ ข

ค. ธาตุ ค

ง. ธาตุ ง

จ. ธาตุ จ

17.



พืช ก และ ข เป็นพืชชนิดเดียวกัน ก ตั้งอยู่ใกล่แหล่งกำเนิดรังสีแกมมา ข ตั้งห่างออกไป 100 เมตร เมื่อเวลาผ่านไป ปรากฏว่าพืช ก มีดอกและใบเปลี่ยนแปลง แต่ ข ยังคงเดิม ข้อใดเป็นการตีความจากข้อมูลที่ถูกต้อง

ก. พืช ก มีการเปลี่ยนแปลงเพราะถูกรังสีแกมมา

ข. พืช ก ได้รับความร้อนสูงจึงเกิดการเปลี่ยนแปลง

ค. รังสีแกมมาเดินทางผ่านอากาศได้ไกลมาก

ง. รังสีแกมมาทำลายโครโมโซมของต้นไม้ ก ทำให้เปลี่ยนแปลง

จ. รังสีแกมมามีอำนาจทะลุทะลวงสูงแต่ต้นไม้ ข มีความทนทานต่อรังสี

18. ถ้าเราต้องการตรวจสอบว่ากัมมันตภาพรังสีที่สลายจากธาตุหนึ่งเป็นกัมมันตภาพรังสีแกมมา หรือไม่ นักเรียนจะต้องสมมติฐานอย่างไรสำหรับทดสอบโดยใช้สนามไฟฟ้าเป็นตัวทดสอบ

ก. ถ้าเป็นรังสีแกมมาจะไม่ผ่านสนามไฟฟ้า

ข. ถ้าเป็นรังสีแกมมาจะสลายตัวเมื่อผ่านสนามไฟฟ้า

ค. ถ้าเป็นรังสีแกมมาจะมีพลังงานสูงขึ้นเมื่อผ่านสนามไฟฟ้า

ง. ถ้าเป็นรังสีแกมมาจะไม่เลี้ยวเบนเมื่อผ่านสนามไฟฟ้า

จ. ไม่มีข้อใดถูก

19. การทำงานของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ อาศัยคุณสมบัติของรังสีในข้อใด

ก. รังสีทำให้เกิดแสงสว่าง

ข. รังสีทำให้แก๊สแตกตัวเป็นไอออน

ค. รังสีทำให้แก๊สขยายตัว

ง. รังสีทำให้แก๊สมีพลังงานจลน์สูงขึ้น

จ. รังสีทำให้อุณหภูมิของแก๊สสูงขึ้น

20. ในการทดลองวัดกัมมันตภาพรังสี ผู้ทดลองปฏิบัติดังนี้

(1) วัดกัมมันตภาพรังสีในระยะ 10 เซนติเมตร บันทึกข้อมูล

(2) วัดกัมมันตภาพรังสีในระยะ 20 เซนติเมตร บันทึกข้อมูล

. . .

. . .

. . .

(3) วัดกัมมันตภาพรังสีในระยะ 50 เซนติเมตร บันทึกข้อมูล

จากการทดลองนี้ผู้ทดลองต้องการพิสูจน์สมมติฐานข้อใด

ก. กัมมันตภาพรังสีมีพลังงานน้อยลงเมื่อระยะทางไกลออกไป

ข. กัมมันตภาพรังสีจะสลายตัวออกมาสม่ำเสมอ

ค. กัมมันตภาพรังสีจะมีพลังงานสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ง. กัมมันตภาพรังสีจะสลายตัวออกมาน้อยลงเมื่อระยะทางไกลออกไป

จ. ไม่มีคำตอบที่ถูก

ข้อมูลนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 21

เวลา (ชั่วโมง)	อัตราการสลายตัว (ครั้ง/นาที)			
	1	2	3	เฉลี่ย
0	100	110	90	100
10	50	55	45	50
20	25	24	25	24.5

21. จากผลการทดลองนี้ธาตุกัมมันตรังสีมีครึ่งชีวิตกี่ชั่วโมง

ก. 5

ข. 10

ค. 20

ง. 30

จ. 40

ข้อมูลนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 22

เวลา (วัน)	อัตราการสลายตัว (ครั้ง/นาที)		
	ก	ข	ค
เริ่มต้น	300	400	600
10	300	300	300
20	300	200	150
30	300	150	75

22. ข้อใดเป็นการตีความหมายจากข้อมูลไม่ถูกต้อง

ก. ธาตุ ก เป็นธาตุที่มีครึ่งชีวิตสั้นที่สุด

ข. ธาตุ ข มีครึ่งชีวิต 20 วัน

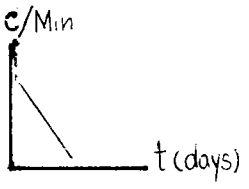
ค. ธาตุ ค มีครึ่งชีวิต 10 วัน

ง. ธาตุ ค จะสลายตัวหมดก่อนในปริมาณเท่ากัน

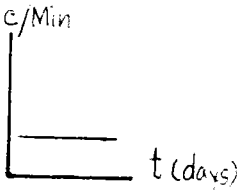
จ. ธาตุ ก จะสลายตัวหมดทีหลังในปริมาณเท่ากัน

23. ข้อมูลใดที่ ผิด ไปจากข้อเท็จจริงในเรื่องการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

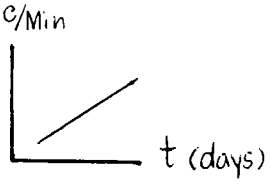
ก.



ข.

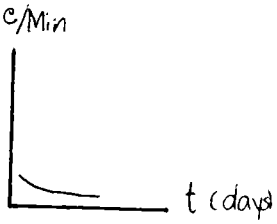


ค.



ง.

จ.



24. ในการทดลอง ผู้ทดลองได้ปฏิบัติการทดลองดังนี้

(1) นำหัววัดรังสีวัดกัมมันตภาพรังสีแกมมาจากแหล่งกำเนิด บันทึกอัตราการนับ

(2) นำกระเบื้องแผ่น มีความหนาต่าง ๆ กัน กั้นทางเดินของรังสี วัดอัตราการนับบันทึกผลการนับ

การทดลองครั้งนี้ผู้ทดลองต้องการทดสอบสมมติฐานข้อใด

ก. ความสามารในการกั้นรังสีแกมมาขึ้นกับชนิดของวัตถุ

ข. ความสามารในการกั้นรังสีขึ้นกับเนื้อของวัตถุ

ค. ความสามารในการกั้นรังสีขึ้นกับสถานะของวัตถุ

ง. ความสามารในการกั้นรังสีขึ้นกับความหนาของวัตถุ

จ. ความสามารในการกั้นรังสีแกมมาขึ้นกับความหนาแน่นของวัตถุ

25. การลำเลียงน้ำมันต่างชนิดกัน ลงในท่อเดียวกัน จะทำการใส่สารกัมมันตรังสีที่ให้กัมมันตภาพรังสีชนิดใด

ก. อัลฟา เพราะทำให้เกิดไอออนไนเซชันสูง

ข. อัลฟา เพราะมีมวลมากสามารถผ่านทะลุท่อส่งน้ำมัน

ค. เบตา เพราะมีมวลมากสามารถผ่านทะลุท่อส่งน้ำมัน

ง. แกมมาเพราะมีอำนาจทะลุทะลวงสูงสามารถผ่านท่อน้ำมัน

จ. แกมมาเพราะไม่เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้า

26. จากการวัดกัมมันตภาพรังสี ด้วยเครื่องวัด พบว่ายิ่งระยะทางไกลออกไป อัตราการนับจะลดลง และไม่สามารถวัดได้เมื่อไกลออกไปมากขึ้น เกิดจากเหตุผลข้อใดที่ถูกที่สุด

ก. เพราะรังสีสูญเสียพลังงานในการทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน

ข. เพราะรังสีมีอำนาจในการเดินทางจำกัด

ค. เพราะรังสีเลี้ยวเบนออกไปจากแนวเดิมในระยะทางไกล

ง. เพราะรังสีเกิดการเสียดสีกับอากาศ

จ. ไม่มีข้อถูก

27. เหตุผลในข้อใดที่เราคิดว่าการคำนวณอายุของซากดึกดำบรรพ์โดยอาศัยกัมมันตภาพรังสีถูกต้องกว่าวิธีอื่น

ก. เพราะสารกัมมันตรังสีจะสลายตัวตลอดเวลาไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อม

ข. เพราะสารกัมมันตรังสีมีครึ่งชีวิตที่แน่นอน

ค. เพราะสารกัมมันตรังสีทำให้แก๊สแตกตัวเป็นไอออน

ง. ข้อ ก และ ข ถูก

จ. ข้อ ก, ข และ ค ถูก

28. ในวงการแพทย์เมื่อมีความจำเป็นต้องรักษาโรคเกี่ยวกับต่อมไทรอยด์ ด้วยสารกัมมันตรังสีโดยการกลืน จะใช้สารกัมมันตรังสีชนิดใด

ก. ไอโอดีน

ข. ยูเรเนียม

ค. โคบอล

ง. ธอเรียม

จ. อเมอริเซียม

29. จากการนำประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีมาใช้ในการติดตามการทำงานของกลไกต่าง ๆ ทั้งพืช สัตว์ และปฏิกิริยาเคมีอื่น ๆ เนื่องมาจากสมบัติข้อใดของสารกัมมันตรังสี

ก. มีสมบัติทางเคมีเหมือนเดิมธาตุ

ข. สามารถตรวจสอบด้วยเครื่องวัด

ค. มีมวล และมีประจุไฟฟ้า

ง. ข้อ ก และ ข ถูก

จ. ข้อ ก และ ค ถูก

30. เพราะเหตุใดจึงกล่าวว่ารังสีอัลฟา มีอันตรายสูงกว่ารังสีอื่น เมื่อเข้าไปในร่างกาย

ก. เพราะมีมวลมากทำลายเนื้อเยื่ออวัยวะต่าง ๆ

ข. เพราะมีอำนาจในการทะลุทะลวงสูงมาก

ค. เพราะรังสีอัลฟามีประจุไฟฟ้าทำให้ร่างกายเป็นสื่อไฟฟ้า

ง. เพราะสามารถละลายรวมกับเลือดได้ ทำให้ส่วนต่าง ๆ ได้รับรังสีไปทั่ว

จ. เพราะสามารถทำให้ของเหลวในร่างกายแตกตัวเป็นไอออน ทำให้น้ำในร่างกายแห้ง

แบบสอบถามเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "กัมมันตภาพรังสี" นักเรียนมีอิสระเต็มที่ ที่จะพิจารณาข้อความที่นักเรียนต้องการ โดยทำเครื่องหมาย ให้ตรงกับช่องความเห็นของนักเรียนเพียงช่องเดียว

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.	ข้าพเจ้าสนใจเรียนด้วยวิธีการสอนของครู					
2.	ครูบรรยาย/สาธิตได้ชัดเจน					
3.	การสอนของครูทำให้เข้าใจเนื้อหาง่ายและชัดเจน					
4.	ไม่ควรใช้วิธีการสอนกับวิชาวิทยาศาสตร์					
5.	กิจกรรมการเรียนการสอนน่าเบื่อหน่าย					
6.	วิธีการสอนเหมาะสมกับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6					
7.	วิธีการสอนทำให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผลแก้ปัญหาอย่างมีระบบ					

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8.	อุปกรณ์การสอนน่าสนใจ					
9.	นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง					
10.	การใช้สื่อ/อุปกรณ์ชัดเจน					
11.	นักเรียนมีโอกาสซักถามข้อสงสัย					
12.	อุปกรณ์การสอนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้แจ่มชัด					
13.	วิธีการสอนของครูเร้าความสนใจ					
14.	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน					
15.	นักเรียนสามารถฝึกทักษะการสังเกต					
16.	อุปกรณ์การสอนกระตุ้นให้เกิดความคิด					
17.	อุปกรณ์การสอนเหมาะสมกับเนื้อหา					
18.	นักเรียนมีโอกาสตั้งสมมติฐาน					

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
19.	นักเรียนมีโอกาสสรุปบทเรียน					
20.	นักเรียนยินดีเข้าร่วมกิจกรรมด้วยวิธีการสอนแบบนี้					

แผนการสอนโดยการสาธิตประกอบการบรรยาย

แผนการสอนที่ 1

เวลา 60 นาที

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายอุปกรณ์ในการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือตรวจวัดได้
3. บอกวิธีการตรวจสอบสารที่เป็นกัมมันตรังสีได้

เนื้อหา

1. อุปกรณ์ในการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี
2. หลักการทำงานของเครื่องมือตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี
3. วิธีการตรวจสอบสารกัมมันตรังสี

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนาถึง กัมมันตภาพรังสีเป็นสิ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เราจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการตรวจวัด ครูอธิบายเกี่ยวกับชนิดของเครื่องมือวัดพอสังเขป เน้นถึงเครื่องมือที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือ เครื่องวัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์

ขั้นอธิบายเนื้อหา

1. ครูนำหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ให้นักเรียนสังเกต พร้อมอธิบายส่วนประกอบ
2. ครูอธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ โดยสาธิตการทำงานประกอบการอธิบาย

3. ครูเตรียมการสาธิตการตรวจหาสารกัมมันตรังสี โดยมีขวดสาร 4 ขวด แล้วให้นักเรียนลองคิดว่า เราจะทราบได้อย่างไรว่า ขวดไหนเป็นสารกัมมันตรังสี

4. ครูสาธิตการตรวจสอบหาสารกัมมันตรังสี ให้นักเรียนสังเกต บันทึกผลแล้วบอกว่าขวดใดเป็นสารกัมมันตรังสี

ขั้นสรุป

ครูสรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับ หลักการทั่วไปในการวัดกัมมันตภาพรังสี และวิธีการตรวจหาสารกัมมันตรังสี

สื่อการเรียนการสอน

1. แหล่งกำเนิดกัมมันตภาพรังสี
2. ขวด
3. เครื่องมือวัดกัมมันตภาพรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์

การวัดผล

สังเกตพฤติกรรมความสนใจในการเรียน

แผนการสอนที่ 2

เวลา 60 นาที

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกวิธีทดลองเกี่ยวกับระยะทางที่กัมมันตภาพรังสีสามารถเดินทางผ่านอากาศได้

2. อธิบายได้ว่ารังสีเดินทางผ่านอากาศทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน รังสีจะสูญเสียพลังงานทำให้ระยะทางในการเดินทางของรังสีในอากาศมีค่าจำกัด

เนื้อหา

การทดลองเกี่ยวกับระยะทางที่กัมมันตรังสีสามารถเดินทางผ่านในอากาศ

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนากับนักเรียนถึงความปลอดภัยจากรังสีประการหนึ่งที่สำคัญคือการที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดกัมมันตภาพรังสี จึงมีความจำเป็นที่ต้องรู้ว่าระยะทางเท่าใดจึงจะปลอดภัยจากกัมมันตภาพรังสี

ขั้นอธิบายเนื้อหา

1. ครูเตรียมอุปกรณ์การสาธิต ให้นักเรียนลองตั้งสมมติฐานการทดลอง

2. ครูสาธิตการทดลองวัดกัมมันตภาพรังสีในระยะห่างต่าง ๆ กัน จากแหล่งกำเนิดให้นักเรียนสังเกต บันทึกผลการทดลอง

3. ครูนำข้อมูลมาอภิปราย เพื่อสรุปผลการทดลอง

ขั้นสรุป

ครูสรุปประเด็นสำคัญ และอธิบายเพิ่มเติมถึงระยะทางที่รังสีแต่ละชนิดเดินทางได้ในอากาศ

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องมือวัดกัมมันตภาพรังสี
2. แหล่งกำเนิดกัมมันตภาพรังสี
3. ไม้บรรทัด

การวัดผล

สังเกตพฤติกรรมความสนใจ

แผนการสอนที่ 3

เวลา 60 นาที

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกวิธีทดลอง ความสามารถในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุชนิดเดียวกัน แต่ความหนาต่างกัน ของกัมมันตภาพรังสีได้

2. บอกวิธีทดลอง ความสามารถในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุต่างชนิดกัน มีความหนาเท่ากันได้

3. อธิบายชนิดของวัตถุ และขนาดความหนาของวัตถุ ที่สามารถกั้นรังสีไม่ให้ผ่านได้

เนื้อหา

ความสามารในการทะลุทะลวงของรังสีผ่านวัตถุ

1. ชนิดเดียวกัน มีความหนาต่างกัน

2. ต่างชนิดกัน ความหนาเท่ากัน

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนาถึงวิธีการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี และกล่าวถึงการเดินทางของกัมมันตภาพรังสีย่อมผ่านสิ่งต่าง ๆ ให้นักเรียนคำนึงถึงวัตถุที่สามารถกั้น กัมมันตภาพรังสี เพื่อไม่ให้รังสีผ่านมายังตัวเราได้อย่างไร ในการนำไปเพื่อการเก็บสารกัมมันตรังสี

ขั้นอธิบายเนื้อหา

1. ครูเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการสาธิตพร้อมแนะนำทีละชิ้น แล้วให้นักเรียนลองเสนอว่านักเรียนจะทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทะลุทะลวงของกัมมันตภาพรังสี

ผ่านวัตถุชนิดเดียวกัน มีความหนาต่างกัน ๆ กัน

2. ครูเริ่มดำเนินการสาธิต นำวัตถุชนิดเดียวกัน แต่มีความหนาต่าง ๆ กันมากั้นรังสี ทำการตรวจวัด ให้นักเรียนสังเกต และบันทึกผลการนับ

3. ครูนำข้อมูลที่นักเรียนบันทึกไว้ มาอภิปรายบนกระดาน เพื่อสรุปผลการทดลอง

4. ครูเตรียมนำวัตถุที่มีความหนาเท่ากับ ต่างชนิดกัน ให้นักเรียนช่วยกันบอกว่า การทดลองจากอุปกรณ์เหล่านี้ น่าจะเป็นการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานอะไร

(วัตถุต่างชนิดกัน มีความสามารถในการกั้นรังสี ได้ต่างกัน)

5. ครูทำการสาธิตให้นักเรียนสังเกต บันทึกผล

6. ครูนำข้อมูลที่บันทึก ให้นักเรียนช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ขั้นสรุป

ครูสรุปประเด็นเนื้อหาสำคัญ เกี่ยวกับชนิดของวัตถุ และความหนาของวัตถุที่สามารถกั้นรังสีได้ อันเป็นแนวทางในการเก็บสารกัมมันตรังสีไว้ในที่ปลอดภัยสำหรับมนุษย์

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องมือวัดกัมมันตภาพรังสี
2. แหล่งกำเนิดกัมมันตภาพรังสี
3. วัตถุที่ใช้กั้นกัมมันตภาพรังสี
   - แผ่นกระเบื้อง
   - แผ่นกระจก
   - แผ่นไม้
   - แผ่นกระดาษ

การวัดผล

สังเกตพฤติกรรมความสนใจ

แผนการสอนที่ 4

เวลา 60 นาที

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สามารถบอกวิธีทดลองเรื่องอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีได้
2. บอกได้ว่าสิ่งแวดล้อมไม่มีอิทธิพลต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

เนื้อหา

การทดลองอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการสลายตัวของกัมมันตรังสี

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนาทบทวนเกี่ยวกับการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ซึ่งแผ่รังสีตลอดเวลาทำให้เกิดข้อสงสัยว่า การสลายตัวนี้จะขึ้นกับสิ่งอื่นใดได้บ้าง โดยเฉพาะอุณหภูมิจะมีอิทธิพลต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีหรือไม่ มีวิธีตรวจสอบได้อย่างไร

ขั้นอธิบายเนื้อหา

1. ครูเตรียมอุปกรณ์การสาธิต แล้วถามนักเรียนเกี่ยวกับ

1.1 ถ้าอุณหภูมิมีผลต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี อัตราการนับของเครื่องวัดเมื่อแหล่งกำเนิดอยู่ที่อุณหภูมิสูง และต่ำ จะเป็นอย่างไร (อัตราการนับจะแตกต่างกันมาก)

1.2 ถ้าอุณหภูมิไม่มีผลต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี อัตราการนับของเครื่องวัดเมื่อแหล่งกำเนิดอยู่ที่อุณหภูมิสูง และต่ำ จะเป็นอย่างไร (อัตราการนับไม่แตกต่างกัน)

2. ครูสาธิต อัตราการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ที่อุณหภูมิสูง และต่ำ พร้อมทั้งอธิบายแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนบันทึกผล

3. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ขั้นสรุป

ครูสรุปประเด็นสำคัญของการทดลอง และอธิบายเพิ่มเติมถึงการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีจะไม่ขึ้นกับปฏิกิริยาเคมี หรือความกดดันใด ๆ จะสลายตัวคงที่ตลอดเวลา จนกว่านิวเคลียสจะอยู่ในสภาพเสถียร อธิบายเพิ่มเติมถึงประโยชน์จากปรากฏการณ์การสลายตัวที่ไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อมของสารกัมมันตรังสี

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องมือวัดกัมมันตภาพรังสี
2. แหล่งกำเนิดกัมมันตภาพรังสี
3. น้ำแข็ง
4. น้ำอุ่น

การวัดผลประเมินผล

สังเกตพฤติกรรมความสนใจ

แผนการสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย

แผนการสอนที่ 1

เวลา 60 นาที

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายอุปกรณ์ในการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือวัดกัมมันตภาพรังสีได้
3. บอกวิธีการตรวจสอบสารที่เป็นสารกัมมันตรังสีได้

เนื้อหา

1. อุปกรณ์ในการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี
2. หลักการทำงานของเครื่องมือตรวจวัด
3. วิธีการตรวจสอบสารกัมมันตรังสี

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนาถึง กัมมันตภาพรังสีเป็นสิ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าเราจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการตรวจวัด ครูอธิบายเกี่ยวกับชนิดของเครื่องมือวัดพอสังเขป เน้นถึงเครื่องมือที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือ เครื่องวัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์

ขั้นอธิบายเนื้อหา

1. ครูนำภาพหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ ให้นักเรียนสังเกต พร้อมอธิบายส่วนประกอบ
2. ครูอธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ โดยมีภาพให้นักเรียนดูประกอบการอธิบาย

3. ครูอธิบายถึงวิธีการตรวจสอบหากัมมันตรังสี โดยมีภาพวาดประกอบ

ขั้นสรุป

ครูสรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับ หลักการทั่วไปในการวัดกัมมันตภาพรังสี และวิธีการตรวจหาสารกัมมันตรังสี

สื่อการเรียนการสอน

1. ภาพแหล่งกำเนิดรังสี
2. ภาพเครื่องมือวัดกัมมันตภาพรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์

การวัดผล

สังเกตพฤติกรรมความสนใจในการเรียน

แผนการสอนที่ 2

เวลา 60 นาที

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกวิธีทดลองเกี่ยวกับระยะทางที่กัมมันภาพรังสีสามารถเดินทางผ่านอากาศได้

2. อธิบายได้ว่ารังสีเดินทางผ่านอากาศทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน รังสีจะสูญเสียพลังงานทำให้ระยะในการเดินทางในอากาศมีค่าจำกัด

เนื้อหา

การทดลองเกี่ยวกับระยะทางที่กัมมันตภาพรังสีสามารถเดินทางผ่านในอากาศ

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนากับนักเรียนถึงความปลอดภัยจากรังสีประการหนึ่งที่สำคัญคือการที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดกัมมันตรังสี จึงมีความจำเป็นที่ต้องรู้ว่าระยะทางเท่าใดจึงจะปลอดภัยจากกัมมันตภาพรังสี

ขั้นอธิบายเนื้อหา

1. ครูอธิบายวิธีการทดลองวัดกัมมันตภาพรังสีในระยะทางห่างต่าง ๆ กัน โดยมีภาพวาดประกอบ

2. ครูอธิบายถึงผลการทดลองที่เคยทดลองให้นักเรียนรับทราบ และถึงสาเหตุของการที่สารกัมมันตรังสีมีระยะการเดินทางในอากาศจำกัด เพราะต้องสูญเสียพลังงานไปในการทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน

ขั้นสรุป

ครูสรุปประเด็นสำคัญ และอธิบายเพิ่มเติมถึงระยะทางที่รังสีแต่ละชนิดเดินทางได้ในอากาศ

สื่อการเรียนการสอน

1. ภาพการทดลอง
2. ตารางข้อมูลการทดลอง

การวัดผล

สังเกตพฤติกรรมความสนใจ

แผนการสอนที่ 3

เวลา 60 นาที

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกวิธีทดลอง ความสามารถในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุชนิดเดียวกัน แต่ความหนาต่างกัน ของกัมมันตภาพรังสีได้

2. บอกวิธีทดลอง ความสามารถในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุต่างชนิดกัน มีความหนาเท่ากันได้

3. อธิบายชนิดของวัตถุ และขนาดความหนาของวัตถุ ที่สามารถกั้นรังสีไม่ให้ผ่านได้

เนื้อหา

ความสามารถในการทะลุทะลวงของรังสีผ่านวัตถุ

1. ชนิดเดียวกัน มีความหนาต่างกัน

2. ต่างชนิดกัน ความหนาเท่ากัน

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนาถึงวิธีการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสี และกล่าวถึงการเดินทางของกัมมันตภาพรังสีย่อมผ่านสิ่งต่าง ๆ ให้นักเรียนคำนึงถึงวัตถุที่สามารถกั้นกัมมันตภาพรังสี เพื่อไม่ให้รังสีผ่านมายังตัวเราได้อย่างไร ในการนำไปเพื่อการเก็บสารกัมมันตรังสี

ขั้นอธิบายเนื้อหา

1. ครูอธิบายวิธีทดลอง ความสามารถในการทะลุทะลวงของกัมมันตภาพรังสีผ่านวัตถุชนิดเดียวกัน ที่มีความหนาต่างกัน พร้อมภาพวาดประกอบ แล้วบอกผลที่จะได้รับจากการทดลองนั้น ให้

นักเรียนช่วยกันสรุป

2. ครูอธิบายวิธีทดลอง ความสามารถในการทะลุทะลวงของกัมมันตภาพรังสีผ่านวัตถุที่มีความหนาเท่ากัน แต่คนละชนิดกัน พร้อมภาพวาดประกอบ แล้วอธิบายถึงผลที่จะได้รับจากการทดลอง ให้นักเรียนช่วยกันสรุป

ขั้นสรุป

ครูสรุปเกี่ยวกับชนิดของวัตถุและความหนาของวัตถุที่สามารถกั้นรังสีได้ อันเป็นแนวทางในการเก็บสารกัมมันตรังสีไว้ในที่ปลอดภัยสำหรับตัวเรา

สื่อการเรียนการสอน

1. ภาพการทดลองความสามารถในการทะลุทะลวงของรังสีผ่านวัตถุที่มีความหนาต่างกัน เป็นวัตถุชนิดเดียวกัน

2. ภาพการทดลองความสามารถในการทะลุทะลวงของรังสีผ่านวัตถุที่มีความหนาเท่ากัน แต่เป็นวัตถุต่างชนิดกัน

การวัดผล

สังเกตพฤติกรรมความสนใจ

แผนการสอนที่ 4

เวลา 60 นาที

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกวิธีทดลองเรื่องอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีได้
2. บอกได้ว่าสิ่งแวดล้อมไม่มีอิทธิพลต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

เนื้อหา

การทดลองอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนาทบทวนเกี่ยวกับการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ซึ่งแผ่รังสีตลอดเวลาทำให้เกิดข้อสงสัยว่า การสลายตัวนี้จะขึ้นกับสิ่งอื่นใดได้บ้าง โดยเฉพาะอุณหภูมิ จะมีอิทธิพลต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีหรือไม่ มีวิธีตรวจสอบได้อย่างไร

ขั้นอธิบายเนื้อหา

ครูอธิบายถึงวิธีทดลองอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีพร้อมภาพวาดประกอบถึงวิธีการ และบอกถึงผลของการทดลองที่ได้มีการทดลองกันมาเพื่อนำสรุปว่า อุณหภูมิไม่มีผลต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

ขั้นสรุป

ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีจะไม่ขึ้นกับปฏิกิริยาเคมี หรือความกดดันใด ๆ จะสลายตัวตลอดเวลาจนกว่านิวเคลียสจะอยู่ในสภาพเสถียร อธิบายเพิ่มเติมถึงประโยชน์จากปรากฏการณ์การสลายตัว ที่ไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อมของสารกัมมันตรังสี

สื่อการเรียนการสอน

ภาพเกี่ยวกับการทดลอง

การวัดผล

สังเกตพฤติกรรมความสนใจ

สื่อการเรียนการสอน

1. ภาพการทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

การวัดผล

สังเกตพฤติกรรมความสนใจในการเรียน

การศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ที่สร้างจากวัสดุภายในประเทศ และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกัมมันตภาพรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อใช้หัววัดรังสีประกอบการสอน

บทคัดย่อ

ของ

ชาติชาย ม่วงปฐม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ธันวาคม 2531

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบไกเกอร์-มุลเลอร์ที่สร้างขึ้นและการนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน หัววัดรังสีที่สร้างขึ้นบรรจุแก๊สผสมระหว่างอาร์กอน (ใช้เป็นไอออนไนซิ่งแก๊ส) และมีเธน (ใช้เป็นเคว้นชิ่งแก๊ส) โดยศึกษา 3 อัตราส่วนของแก๊สผสม ดังนี้

1. 97.5% ของแก๊สอาร์กอน ต่อ 2.5% ของแก๊สมีเธน
2. 90% ของแก๊สอาร์กอน ต่อ 10% ของแก๊สมีเธน
3. 80% ของแก๊สอาร์กอน ต่อ 20% ของแก๊สมีเธน

ทั้ง 3 อัตราส่วนของการผสมแก๊สศึกษาคุณสมบัติของหัววัดรังสีที่ความดัน 40, 80, 120, 160, 200 และ 250 มิลลิเมตรของปรอท ผลการทดลองพบว่า ที่อัตราส่วน 97.5% ของแก๊สอาร์กอนต่อ 2.5% ของแก๊มีเธนเป็นอัตราส่วนที่ไม่เหมาะสมในการใช้งาน อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองนี้คือ 80% ของแก๊สอาร์กอน ต่อ 20% ของแก๊สมีเธนและส่วนผสมที่อัตราส่วนเดียวกันเมื่อมีความดันของแก๊สสูงกว่าจะมีช่วงการทำงานที่กว้างกว่า

จากการนำหัววัดรังสีไปใช้ประกอบการสอน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนสมุทรปราการ ในกลุ่มทดลองใช้วิธีการสอนโดยการสาธิตประกอบการบรรยาย กลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนโดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t - test Independent

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

A STUDY OF EFFICIENCY OF GEIGER-MULLER DETECTORS CONSTRUCTED FROM MATERIALS IN THAILAND AND ATTITUDE TOWARDS SCIENCE TEACHING ON RADIOACTIVITY OF MATHAYOM SUKSA VI STUDENTS WHEN THE DETECTORS WERE USED IN TEACHING

AN ABSTRACT

BY

CHATCHAI MUANGPATOM

Present in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Educationdegree

at Srinakharinwirot University

December 1988

The purpose of this study was to assess the efficiency of the constructed Geiger-Muller detectors and the detector usages in teaching.

The constructed detectors were filled in with gas argon (Ionizing gas) and methane (Quenching gas). Three ratios of gas mixture were studied as follow :

1. 97.5 % argon, 2.5 % methane
2. 90 % argon, 10 % methane
3. 80 % argon, 20 % methane

The characteristic of the detectors which were filled in with different ratio of gas mixture were assessed at 40, 80, 120, 160, 200 and 250 mmHg pressure. The experimental result showed that at the ratio of 97.5% argon and 2.5% methane the detectors were not suitable to use. The optimum ratio of gas mixture in this experiment was 80% argon and 20% methane. With the same ratio, the region from starting to breakdown of the detector was longer as the pressure increased.

While the subjects studied in the detector usage in teaching were Mathayom Suksa VI students of Samutprakan school who studied during the first semester of 1988 academic year. The experimental group was taught through lecture-demonstration method while the control group was taugh through lecture with graphic. The data was analyzed by t - test independent.

The results of this study indicated that :

1. Achievements of the experimental and control group differed significantly at .05 level.

2. Attitudes towards science teaching of the experimental and control group differed significantly at .001 level.

The students in experimental group attained higher score both in achievements and attitudes towards science teaching than the ones within the control group.

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายชาติชาย ชื่อสกุล ม่วงปฐม

เกิดวันที่ 21 กันยายน	พุทธศักราช 2502
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	504/139 ตำบลปากน้ำ อ.เมืองฯ
	จังหวัดสมุทรปราการ 10280
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านชุนสมุทรไทย ต.นาเกลือ
	สปก. พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ 10290

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2520	ม.ศ.5 (แผนกวิทยาศาสตร์)
	จากโรงเรียนสมุทรปราการ
พ.ศ.2523	ปกศ.สูง (วิชาเอกภาษาอังกฤษ)
	จากวิทยาครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
พ.ศ.2526	กศ.บ. (วิชาเอกวิทยาศาสตร์)
	จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ.2531	กศ.ม. (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา)
	จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร