

สารบัญ

หน้า

สารบัญ.....	(1)
สารบัญตาราง.....	(3)
สารบัญภาพ.....	(5)
คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ขอบเขตงานวิจัย.....	3
การตรวจเอกสาร.....	4
ทฤษฎีที่สำคัญต่องานวิจัย.....	4
อนุภาคบีตาและการผลิตโฟตอน.....	5
กระบวนการตรวจนับโฟตอน.....	10
สถิติของการวัด.....	13
เทคโนโลยีของอุปกรณ์ LSC.....	14
การสอบเทียบอุปกรณ์เครื่องนับ LSC.....	20
หลอดตัวคูณแสงหรือ PMT.....	21
กลไกของการบวนการเกิดรังสีจากแสงวับของของเหลว.....	24
การควench (quenching).....	27
เดคไทม์ของหัววัดรังสีจากแสงวับ.....	35
แหล่งกำเนิดของรังสีพื้นหลังในหัววัดรังสีจากแสงวับ.....	37
กระบวนการของวิธี CIEMAT / NIST	38
พารามิเตอร์อิสระ(free parameter)และฟิสิกเกอร์ออฟเมริท(figure of merit).....	41
การควenchจากการแตกตัวเป็นไอออน.....	45
อุปกรณ์และวิธีการ	
อุปกรณ์.....	52
วิธีการ.....	60
ขั้นเตรียมความปลอดภัยและข้อควรระวังก่อนทำการทดลองกับ	
สารกัมมันตรังสีเปิดผนึก.....	60

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ขั้นทำความเข้าใจแผนภาพของการคำนวณหาประสิทธิภาพและ	
ค่ากัมมันตภาพของชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C โดยวิธี	
CIEMAT/NIST ก่อนปฏิบัติจริง.....	61
ขั้นทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์.....	62
ขั้นทดสอบเพื่อพิสูจน์ผล.....	66
สถานที่.....	68
ระยะเวลาที่ทำการทดลอง.....	68
ผลและวิจารณ์	
ผล.....	69
ผลของขั้นทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์.....	69
ผลของขั้นทดสอบเพื่อพิสูจน์ผล.....	89
วิจารณ์.....	92
สรุปและข้อเสนอแนะ	
สรุป.....	100
ข้อเสนอแนะ.....	101
เอกสารและสิ่งอ้างอิง.....	102
ภาคผนวก	104
ภาคผนวก ก.....	104
ภาคผนวก ข.....	110
ภาคผนวก ค.....	117
ภาคผนวก ง.....	124
ภาคผนวก จ.....	127

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE กับประสิทธิภาพของการนับของช่อง A (channel A) สำหรับสารกัมมันตรังสี ^3H33
2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE กับค่าประสิทธิภาพสำหรับสารกัมมันตรังสี ^{14}C ของแต่ละช่องที่มีความกว้างหน้าต่างแตกต่างกัน34
3	แสดงค่าอัตราการนับ (CPM) ที่สัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE ของแต่ละไวแอลสำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C69
4	แสดงค่าอัตราการนับ(CPM) ที่สัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE ของแต่ละไวแอลสำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^3H70
5	แสดงค่าประสิทธิภาพของการนับสำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^3H ที่สัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE จากเครื่องนับรังสีของแต่ละไวแอล71
6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์อิสระกับประสิทธิภาพของการนับสำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^3H จากซอฟต์แวร์ CN200374
7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE จากเครื่องนับรังสีกับค่าพารามิเตอร์อิสระจากซอฟต์แวร์ CN2003.....78
8	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของการนับที่สัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์อิสระต่างๆ จากซอฟต์แวร์ CN2003 สำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C83
9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพของการนับสำหรับสารกัมมันตรังสี ^{14}C กับค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE จากการคำนวณ86
10	ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่ากัมมันตภาพจากวิธี CIEMAT/NIST กับค่ากัมมันตภาพจริงของชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C89
11	แสดงอัตราการนับซึ่งสัมพันธ์กับพารามิเตอร์ของการเควน tSIE จากเครื่องนับรังสีในแต่ละไวแอล เมื่อใช้คอกเทล ULTIMA GOLD™ LLT90
12	ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่ากัมมันตภาพจากสมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่ากัมมันตภาพจริงของชุดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่เตรียมขึ้น.....91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ง1 ตารางแสดงค่ามวลของไนโตรมีเทนที่สัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE.....	125
จ1 ตารางแสดงขั้นตอนการเตรียมชุดสารกัมมันตรังสี ^{14}C	136

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีให้อนุภาคบีตา.....6
2	การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ^3H , ^{14}C7
3	การกระจายพลังงาน (สเปกตรัม) ของ ^3H8
4	ตัวอย่างประกอบของกระบวนการของการชน.....9
5	สเปกตรัมของโฟตอนของทรีเทียม.....10
6	หลักการทำงานของหลอดตัวคูณแสง.....11
7	ระบบของการแปลงแสงวับของของเหลวแบบง่าย.....12
8	รูปแสดงวงจรที่เป็นดิจิทัลทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเทียบกับสัญญาณที่ออกจากหลอด ตัวคูณแสงทั้งสองหลอด.....15
9	วงจรรวมพัลส์.....16
10	ระบบของการนับอย่างง่าย.....17
11	ตัววิเคราะห์สเปกตรัมของพลังงาน.....18
12	สเปกตรัมสะสมของสารตัวอย่าง.....19
13	แสดง 2 รูปแบบทางเรขาคณิตของหลอดโฟโตแคโทด.....24
14	แผนภาพระดับพลังงาน.....25
15	แสดงการแผ่รังสีโดยปล่อยอนุภาคที่เกิดอันตรกิริยาในคอกเทล.....25
16	แสดงกระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานเมื่อเกิดการเควน.....29
17	การเลื่อนของแอมพลิจูดของสเปกตรัมความสูงของพัลส์เมื่อมีเควนเกิดขึ้น.....30
18	กราฟของการเควนสำหรับสารกัมมันตรังสี ^3H33
19	กราฟของการเควนสำหรับสารกัมมันตรังสี ^{14}C35
20	หัววัดแบบฟอสวิช (Phoswich) ^(2,p214)36
21	ไดอะแกรมการพิจารณาการประยุกต์ของวิธี CIEMAT/NIST สำหรับสารกัมมันตรังสี ^{14}C40
22	ข้อมูลจากการทดลองที่ถูกแก้ไขแล้วด้วยพารามิเตอร์ของการเควนจากการแตกตัว เป็นไอออนที่เหมาะสม เมื่อกำลังหยุดยั้งของอิเล็กตรอนได้มาจาก Ashley.....47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
23	ข้อมูลจากการทดลองที่แก้ไขให้ถูกต้องด้วยค่าพารามิเตอร์ของการเควนจากการแตกตัวเป็นไอออนที่เหมาะสม เมื่อกำลังหยุดยั้งของอิเล็กตรอนได้มาจาก Ritchie.....47
24	แสดงกราฟของพลังงานต่อการผลิตโฟโตอิเล็กตรอนซึ่งเป็นฟังก์ชันของพลังงานของอิเล็กตรอน.....50
25	แสดงข้อมูลจากการทดลองที่แก้ไขด้วยตัวประกอบของการเควนจากการแตกตัวเป็นไอออนที่เหมาะสม เมื่อค่าของกำลังหยุดยั้งของอิเล็กตรอนได้มาจาก Cole.....50
26	ข้อมูลจากการทดลองที่แก้ไขด้วยพารามิเตอร์ของการเควนจากการแตกตัวเป็นไอออนที่สูงมากเกินไป.....51
27	เครื่องนับรังสีจากแสงวับของของเหลว Packard Tri-Carb® Model 2770TR/SL.....53
28	แสดงรุ่นของเครื่องนับรังสีจากแสงวับของของเหลวที่ใช้ในการทดลอง.....53
29	แสดงชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C และ ^3H54
30	เครื่องชั่งมวล UMT5 Comparator.....55
31	เครื่องชั่งมวล Sartorius55
32	คอกเทลสำเร็จรูป ULTIMA GOLD™ LLT56
33	ฟิสิกโนมิเตอร์.....57
34	แอมพูล.....57
35	ไวแอลที่บรรจุคอกเทล.....58
36	คีมหนีบ.....59
37	แผนภาพแสดงขั้นตอนการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยวิธี CIEMAT/NIST เพื่อคำนวณหาค่ากัมมันตภาพสำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C61
38	กราฟสำหรับสอบเทียบ(calibration curve)สำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^3H72
39	กราฟที่ได้จากการคำนวณ(calculated curve)สำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^3H75
40	ที่ได้จากการคำนวณ(calculated curve)สำหรับสารกัมมันตรังสี ^3H โดยสลับแกนของภาพที่ 39 เพื่อหาความสัมพันธ์ใหม่.....77
41	กราฟสากล (universal curve)79
42	สลับแกนของกราฟสากล81

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
43	กราฟที่ได้จากการคำนวณ(calculated curve) สำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C84
44	กราฟสำหรับสอบเทียบ(calibration curve) สำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C87
45	กราฟสำหรับสอบเทียบ(calibration curve) สำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^3H ที่ได้จากการจำลองข้อมูลของ Agustin Grau Malonda.....93
46	กราฟที่ได้จากการคำนวณ(calculated curve)สำหรับสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^3H ที่ได้จากการจำลองข้อมูลของAgustin Grau Malonda.....95
47	กราฟสากล (universal curve) ที่ได้จากการจำลองข้อมูลของ Agustin Grau Malonda.....96
48	กราฟที่ได้จากการคำนวณ(calculated curve) สำหรับสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่ได้จากการจำลองข้อมูลของ Agustin Grau Malonda.....97
49	กราฟสำหรับสอบเทียบ(calibration curve) สำหรับสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่ได้จากการจำลองข้อมูลของ Agustin Grau Malonda.....98
 ภาพผนวกที่	
ข1	แสดงไอคอนที่เลือกใช้ในการคำนวณ โดยใช้ซอฟต์แวร์ CN2003.....111
ข2	ภาพปรากฏเมื่อคลิกที่ไอคอน  CN2003112
ข3	แสดงหน้าจอที่ปรากฏเมื่อคลิกที่ปุ่ม Mini-Editor.....112
ข4	แสดงหน้าจอภาพที่ปรากฏเมื่อเลือก CieNist.job.....113
ข5	แสดงหน้าจอภาพที่ปรากฏเมื่อเลือก CieNist.ctl.....113
ข6	แสดงผลหน้าจอเมื่อโปรแกรมทำงานเรียบร้อยแล้ว.....115
ข7	ข้อมูลที่ปรากฏใน Microsoft Word116
ง1	กราฟของการควench (quench curve) ของไนโตรมีเทน.....126
จ1	แสดงขั้นตอนการซีลปากขวดแอมพูล.....135