

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการใช้เครื่องนับรังสี LSC รุ่น Packard Tri-Carb® Model 2770TR/SL สำหรับชุดสารมาตรฐาน
กัมมันตรังสี ^{14}C และ ^3H ให้แสดงผลออกมาเป็นค่าอัตราการนับและพารามิเตอร์ของการคววน tSIE
จากเครื่องนับรังสี

ภาคผนวก ก 1 การใช้เครื่องนับรังสี LSC รุ่น Packard Tri-Carb® Model 2770TR/SL สำหรับชุดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ให้แสดงผลออกมาเป็นค่าอัตราการนับและพารามิเตอร์ของการเคาน์ tSIE จากเครื่องนับรังสี

1. ขั้นตอนการนำชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C ลงในเครื่องนับรังสี LSC

- 1.1 นำสารละลายที่เตรียมไว้วางทางฝั่งขวาของ sample changer deck
- 1.2 ผลักแผ่นเคาะเสียบโพรโทคอลไปทางซ้ายมือ
- 1.3 ปิดฝาเครื่องนับรังสี LSC เพื่อเตรียมพร้อมที่จะทำการวัด

2. ขั้นตอนการใช้โปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องนับรังสี LSC

- 2.1 เปิดโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องนับรังสี LSC
- 2.2 กด F1-Edit Prot ทางด้านล่างของโปรแกรมเพื่อกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆในการนับ โดยกำหนดโพรโทคอลที่ตรงกับเคาะเสียบโพรโทคอลที่ใส่ในตลับไวแอลที่เลือกไว้ และตั้งค่าต่างๆ ให้เหมาะสม ซึ่งในการทดลองนี้ใช้โพรโทคอล 49 สำหรับสารกัมมันตรังสีมาตรฐาน ^{14}C
- 2.3 ออกคำสั่งให้เครื่องนับรังสีวัดอัตราการนับในหน่วย CPM และพารามิเตอร์ของการเคาน์ โดยกด F3-count condition เพื่อกำหนดเงื่อนไขของการนับ ซึ่งพารามิเตอร์ของการเคาน์สามารถทราบค่าได้จากปริมาณมาตรฐานภายนอก (external standard quantities) tSIE

Time : 20.00

Cycle : 1

Data Mode: CPM

Count Termination : No

Background Subtract: None

	LL	UL	LCR	2S%	BKG
Region A	0.00	156	0	0.0	0.00

Quench Indicator: tSIE

ES termination: No

Half life correction: No

Special conditions: Use Exist

Coincidence Time(ns) : 18

Delay Before Burst(ns) : Normal

2.4 กดปุ่ม F5-Printer Output เพื่อดึงค่าการพิมพ์ที่ต้องการให้แสดงผลอะไรออกมา เช่น ออกคำสั่งให้พิมพ์เรียงตามลำดับต่อไปนี้

2.4.1 S# หมายถึงออกคำสั่งให้พิมพ์ลำดับของไวแอลนับจากทางซ้ายมือของตลับ สำหรับวางไวแอล

2.4.2 Time หมายถึง เวลาที่ใช้ในการนับของเครื่องนับรังสีในแต่ละไวแอล

2.4.3 CPMA หมายถึง จำนวนนับต่อนาทีในช่อง(channel) A

2.4.4 tSIE หมายถึง พารามิเตอร์ของพารามิเตอร์ของการเควน

2.5 กดปุ่ม F7-Disk File Output เพื่อออกคำสั่งให้ข้อมูลที่พิมพ์ออกมาถูกนำไปบันทึกยังไฟล์ที่กำหนด เช่นสั่งให้เก็บข้อมูลที่ d:\data49.txt

2.6 กด Alt-F2 ซึ่งเป็นส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องนับรังสี LSC หรือจะสั่งงานโดยกดปุ่ม F11-Start เพื่อให้เครื่องเริ่มทำการนับ และกด F12-Stop สำหรับกรณีที่ต้องการให้เครื่องหยุดทำงานก็ได้

2.7 บันทึกค่าพารามิเตอร์ของการเควนกับจำนวนนับต่อนาที (CPM) ที่ได้จากเครื่องนับรังสี LSC รุ่น Packard Tri-Carb® Model 2770TR/SL

ภาคผนวก ก 2 การใช้เครื่องนับรังสี LSC รุ่น Packard Tri-Carb® Model 2770TR/SL สำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^3H ให้แสดงผลออกมาเป็นค่าอัตราการนับและพารามิเตอร์ของการเคาน์ tSIE จากเครื่องนับรังสี

1. ขั้นตอนนำชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^3H ลงในเครื่องนับรังสี LSC

- 1.1 นำสารละลายที่เตรียมไว้วางทางฝั่งขวาของ sample changer deck
- 1.2 พลิกแผ่นเค้าเสียบโปรโตคอลไปทางซ้ายมือ
- 1.3 ปิดฝาเครื่องนับรังสี LSC เพื่อเตรียมพร้อมที่จะทำการวัด

2. ขั้นตอนการใช้โปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องนับรังสี LSC

- 2.1 เปิดโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องนับรังสี LSC
- 2.2 กด F1-Edit Prot ทางด้านล่างของโปรแกรมเพื่อกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆในการนับ โดยกำหนดโปรโตคอลที่ตรงกับเค้าเสียบโปรโตคอลที่ใส่ในตลับไวแอลที่เลือกไว้ และตั้งค่าต่างๆ ให้เหมาะสม ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ protocol 29 สำหรับ ^3H
- 2.3 ออกคำสั่งให้เครื่องนับรังสีวัดอัตราการนับในหน่วย CPM และพารามิเตอร์ของการเคาน์ โดยกด F3-count condition เพื่อกำหนดเงื่อนไขของการนับ ซึ่งพารามิเตอร์ของการเคาน์สามารถทราบค่าได้จากปริมาณมาตรฐานภายนอก (external standard quantities) tSIE

Time : 30.00

Cycle : 1

Data Mode: CPM

Count Termination : No

Background Subtract: None

	LL	UL	LCR	2S%	BKG
Region A	0.00	18.6	0	0.0	0.00

Quench Indicator: tSIE

ES termination: No

Half life correction: No

Special conditions: Use Exist

2.4 กดปุ่ม F5-Printer Output เพื่อดึงค่าการพิมพ์ที่ต้องการให้พิมพ์อะไรออกมาบ้าง เช่น ออกคำสั่งให้พิมพ์เรียงตามลำดับต่อไปนี้

2.4.1 S# หมายถึงออกคำสั่งให้พิมพ์ลำดับของไวแอลนับจากทางซ้ายมือของตลับ สำหรับวางไวแอล

2.4.2 Time หมายถึง เวลาที่ใช้ในการนับของเครื่องนับรังสีในแต่ละไวแอล

2.4.3 CPMA หมายถึง จำนวนนับต่อนาทีในช่อง(channel) A

2.4.4 tSIE หมายถึง พารามิเตอร์ของพารามิเตอร์ของการเควน

2.5 กดปุ่ม F7-Disk File Output เพื่อออกคำสั่งให้ข้อมูลที่พิมพ์ออกมาถูกนำไปบันทึกยังไฟล์ที่กำหนด เช่นสั่งให้เก็บข้อมูลที่ d:\data29.txt

2.6 กดปุ่ม Alt-F2 ซึ่งเป็นส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องนับรังสี LSC หรือจะสั่งงานโดยกดปุ่ม F11-Start เพื่อให้เครื่องเริ่มทำการนับ และกด F12-Stop สำหรับกรณีที่ต้องการให้เครื่องหยุดทำงานก็ได้

2.7 บันทึกค่าพารามิเตอร์ของการเควนกับจำนวนนับต่อนาที (CPM) ที่ได้จากเครื่องนับรังสี LSC รุ่น Packard Tri-Carb® Model 2770TR/SL

ภาคผนวก ข

วิธีการใช้ซอฟต์แวร์ CN2003 เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของสารกัมมันตรังสี
ที่เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์อิสระ

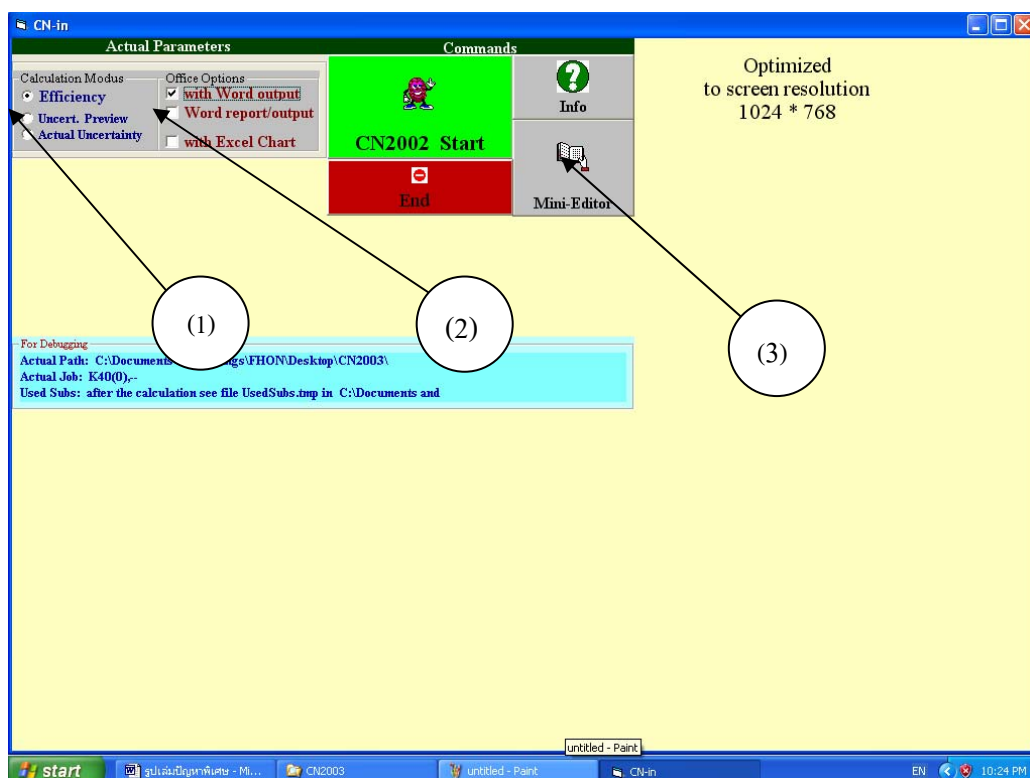
แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของการวัดที่สัมพันธ์กับพารามิเตอร์อิสระโดยใช้ซอฟต์แวร์ CN2003 ที่ติดตั้งในวินโดวส์ XP ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

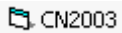
1. ติดตั้ง Visual Basic 6.0
2. อ่านขั้นตอนการติดตั้งจากไฟล์  InstallationReadMe Text Document 1 KB
3. เริ่มต้นทำงานโดยก่อนอื่นต้องคลิกที่  CN2003 หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอตั้งภาพผนวกที่ ข1

Name	Size	Type	Date Modified
in		File Folder	12/12/2548 22:53
out		File Folder	25/8/2548 23:03
tmp		File Folder	8/7/2548 11:02
BetaPart	22 KB	Visual Basic Module	23/6/2546 14:55
CascPart2	18 KB	Visual Basic Module	24/6/2546 22:28
CN2003	892 KB	Application	21/11/2546 12:03
CN2003	2 KB	Visual Basic Project	25/6/2546 15:10
CN2003	1 KB	Visual Basic Project ...	4/7/2548 13:11
ECPart	31 KB	Visual Basic Module	24/6/2546 16:04
Editor	33 KB	Visual Basic Module	23/6/2546 11:39
f_CN1_in	19 KB	Visual Basic Form File	23/6/2546 13:59
f_CN1_in	3 KB	Visual Basic Form Bi...	23/6/2546 13:58
f_CN2_Eff	33 KB	Visual Basic Form File	19/6/2546 20:54
f_CN2_Eff	19 KB	Visual Basic Form Bi...	19/6/2546 20:54
f_CN3_ed	47 KB	Visual Basic Form File	18/6/2546 15:27
FunctPart	44 KB	Visual Basic Module	23/6/2546 17:36
GamPart	21 KB	Visual Basic Module	5/3/2546 12:20

ภาพผนวกที่ ข1 แสดงไอคอนที่เลือกใช้ในการคำนวณโดยใช้ซอฟต์แวร์ CN2003

4. คลิกที่ไอคอน  CN2003 ซึ่งจะปรากฏหน้าต่างดังนี้

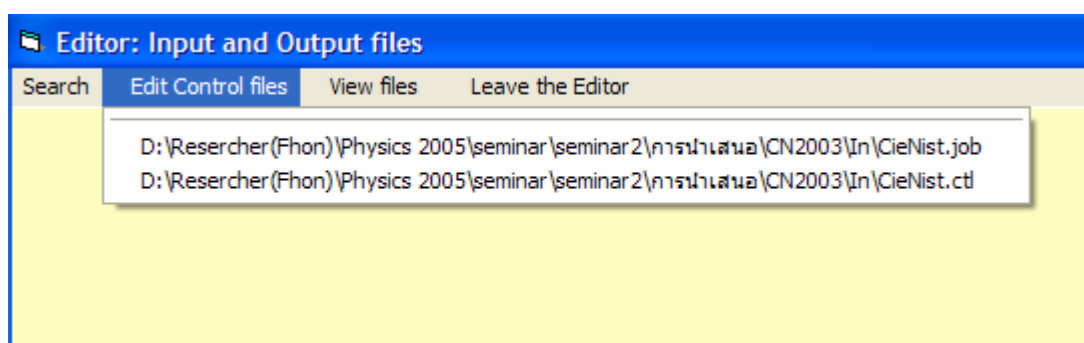


ภาพผนวกที่ ๒ ภาพปรากฏเมื่อคลิกที่ไอคอน 

5. ศึกษาซอฟต์แวร์ CN2003 โดยกดปุ่ม

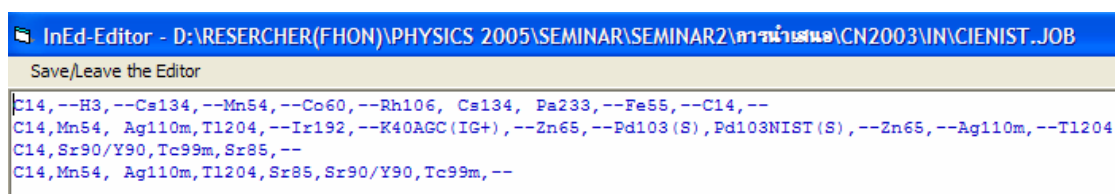


6. เลือกการคำนวณค่าประสิทธิภาพการนับตามหมายเลข (1) ดังภาพผนวกที่ ๒ และเลือก Office Options ที่หมายเลข (2) เพื่อสั่งให้คำนวณแล้วแสดงผลในโปรแกรม Word หรือ Excel ก็ได้ หลังจากนั้นก็ใส่ข้อมูลโดยคลิกที่ปุ่ม Mini-Editor ตามหมายเลข (3) ซึ่งจะขึ้นหน้าจอภาพดังภาพผนวกที่ ๓



ภาพผนวกที่ ๓ แสดงหน้าจอที่ปรากฏเมื่อคลิกที่ปุ่ม Mini-Editor

7. เลือก Edit Control files > CieNist.job ซึ่งจะปรากฏหน้าจอภาพผนวกที่ ข 4 จากนั้นเขียนสารกัมมันตรังสีที่ต้องการนำไปหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดเช่นเขียน C14,-- ส่วนบนสุดของไฟล์ (ไม่ใช่ C-14) ในกรณีที่ต้องการหาประสิทธิภาพของการนับสำหรับ ^{14}C ที่เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์อิสระเท่านั้นแต่ถ้าต้องการให้คอมพิวเตอร์แสดงประสิทธิภาพที่เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์อิสระของสารกัมมันตรังสีหลายตัว สามารถเขียนได้เป็น C14(1), S35, --Y90 เป็นต้น หมายถึงคำนวณสำหรับ ^{14}C (CTL data record 1) และ S35 (CTL data record 0, default), แต่ไม่วัด ^{90}Y แต่ในการทดลองนี้เขียนH3,-- เมื่อต้องการค่าประสิทธิภาพของการนับสำหรับ ^3H ที่เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์อิสระและเขียน C14,-- เมื่อต้องการค่าประสิทธิภาพของการนับของ ^{14}C ที่เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์อิสระหลังจากนั้นเลือก Save/Leave the Editor ซึ่งจะปรากฏหน้าจอภาพผนวกที่ ข2 อีกครั้งหนึ่ง



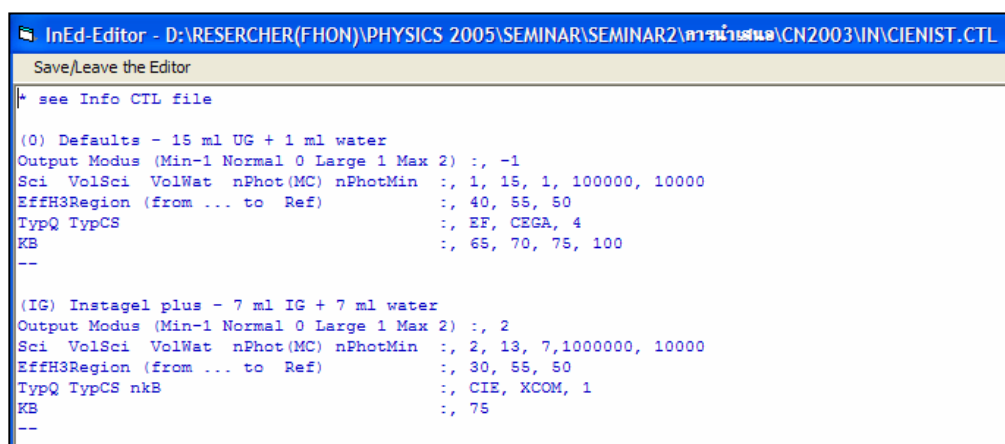
```

InEd-Editor - D:\RESEARCHER(FHON)\PHYSICS 2005\SEMINAR\SEMINAR2\การนำเสนอ\CN2003\IN\CIEENIST.JOB
Save/Leave the Editor
C14,--H3,--Cs134,--Mn54,--Co60,--Rh106, Cs134, Pa233,--Fe55,--C14,--
C14,Mn54, Ag110m,Tl204,--Ir192,--K40AGC(IG+),--Zn65,--Pd103(S),Pd103NIST(S),--Zn65,--Ag110m,--Tl204
C14,Sr90/Y90,Tc99m,Sr85,--
C14,Mn54, Ag110m,Tl204,Sr85,Sr90/Y90,Tc99m,--

```

ภาพผนวกที่ ข4 แสดงหน้าจอภาพที่ปรากฏเมื่อเลือก CieNist.job

8. คลิกที่ Mini-Editor ตามหมายเลข (3) ของภาพผนวกที่ ข2 ซึ่งจะขึ้นหน้าจอภาพดังภาพผนวกที่ ข3 แต่คราวนี้เลือก Edit Control files > CieNist.ctl ปรากฏหน้าจอภาพผนวกที่ ข5



```

InEd-Editor - D:\RESEARCHER(FHON)\PHYSICS 2005\SEMINAR\SEMINAR2\การนำเสนอ\CN2003\IN\CIEENIST.CTL
Save/Leave the Editor
+ see Info CTL file

(0) Defaults - 15 ml UG + 1 ml water
Output Modus (Min-1 Normal 0 Large 1 Max 2) :, -1
Sci VolSci VolWat nPhot(MC) nPhotMin :, 1, 15, 1, 100000, 10000
EffH3Region (from ... to Ref) :, 40, 55, 50
TypQ TypCS :, EF, CEGA, 4
KB :, 65, 70, 75, 100
--

(IG) Instagel plus - 7 ml IG + 7 ml water
Output Modus (Min-1 Normal 0 Large 1 Max 2) :, 2
Sci VolSci VolWat nPhot(MC) nPhotMin :, 2, 13, 7,1000000, 10000
EffH3Region (from ... to Ref) :, 30, 55, 50
TypQ TypCS nkB :, CIE, XCOM, 1
KB :, 75
--

```

ภาพผนวกที่ ข5 แสดงหน้าจอภาพที่ปรากฏเมื่อเลือก CieNist.ctl

9. ศึกษาความหมายของแต่ละตัวรวมถึงวิธีการใส่ข้อมูลต่างๆ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีผลต่อการนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพที่เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์อิสระของสารกัมมันตรังสีต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในคอกเทลที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

9.1 รหัสของ CTL data record (ในวงเล็บ).text

9.2 Output modus (Min=-1 Default=0 Large=1 Full=2)

9.3 NrScint หมายถึงหมายเลขของตัวแปลงแสงวับ (10= ULTIMA GOLD™ LLT) หมายเลขแสดงชนิดที่เลเตอร์กำหนดดังนี้

1 = TOLUENE

2 = IG+

3 = HISAFE 2

4 = DIOX-NAF

5 = ULTIMA GOLD จาก Packard

6 = UG/W ไม่ได้นำมาใช้แล้ว

7 = IG+ จาก Packard

8 = ULTIMA GOLD AB Mix (UG-AB 10 มล. + HCl 1 มล.)

9 = UG AB จาก Packard

10 = UG LLT จาก Packard

9.4 sz.VolSci หมายถึง ปริมาตรของตัวแปลงแสงวับ

9.5 sz.VolWat หมายถึง ปริมาตรของน้ำ

9.6 nPhotDat and nPhotDatMin หมายถึงจำนวนทั้งหมดของโฟตอนและจำนวนที่น้อยที่สุดของโฟตอนสำหรับการคำนวณแบบ Monte-Carlo

9.7 H3 ขอบเขตประสิทธิภาพในรูปแบบของ %(จาก... ไปยังสิ่งอ้างอิง): , 20, 60, 50

9.8 TypQ หมายถึงชนิดของการประมาณการเควนจากการแตกตัวเป็นไอออน

9.9 TypCS หมายถึงชนิดของการประมาณภาคตัดขวาง

9.10 nkb หมายถึงจำนวนของค่า kB

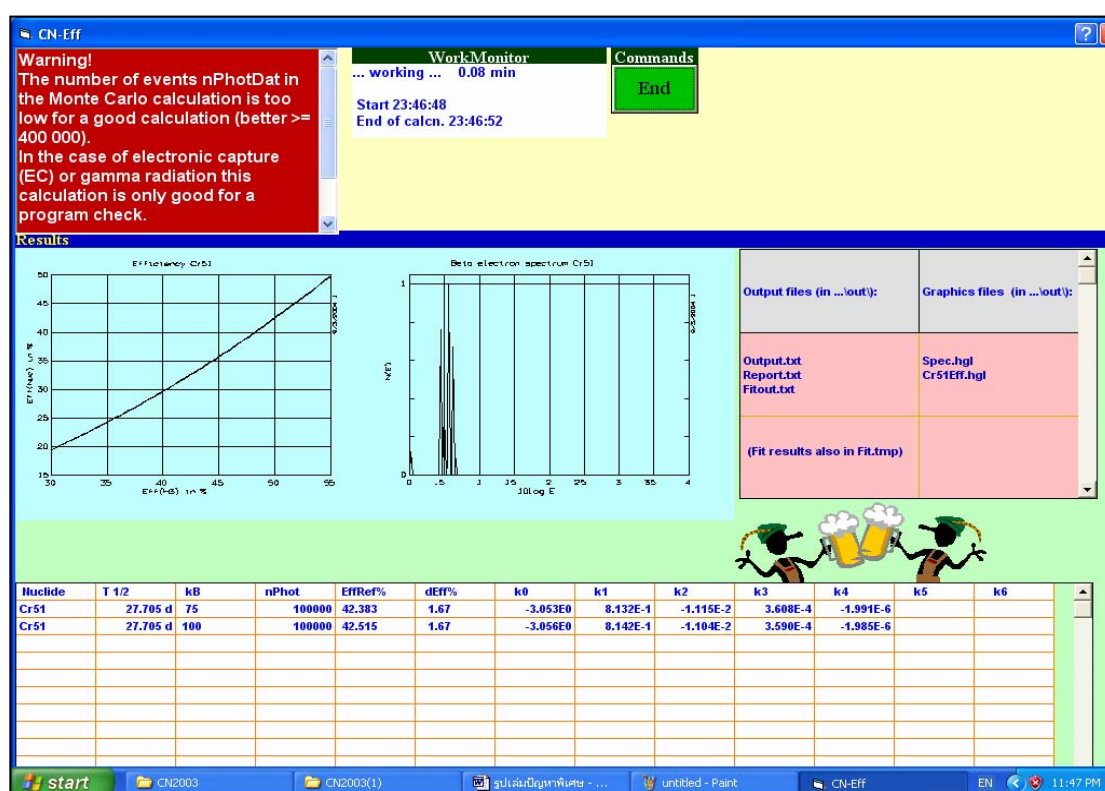
9.11 KB หมายถึงให้บันทึกค่า kB ที่ต้องการในการคำนวณ

10. สำหรับการคำนวณนี้กำหนดค่าต่างๆแสดงดังภาพผนวกที่ข5 โดยเลือกใช้ CTL data record (0).text จากนั้นเลือก Save/Leave the Editor ซึ่งจะปรากฏหน้าจอแสดงภาพผนวกที่ข2 อีกครั้ง

11. คลิกปุ่ม



12. โปรแกรมก็จะ RUN พร้อมทั้งแสดงผลทางหน้าจอดังนี้



ภาพผนวกที่ ข6 แสดงผลหน้าจอเมื่อโปรแกรมทำงานเรียบร้อยแล้ว

13. คู่มือการคำนวณที่ได้ของประสิทธิภาพของการนับ ε ที่เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์อิสระ λ สำหรับสารกัมมันตรังสีที่เลือกได้จากโปรแกรม Word ที่ปรากฏทางหน้าจอ ดังภาพผนวกที่ ข7 โดยข้อมูลที่น่ามาใช้เป็นข้อมูลในวงจรที่ล้อมรอบหรืออาจดูผลได้จากโฟลเดอร์  out ซึ่งข้อมูลต่างๆที่ได้จะถูกบันทึกในโฟลเดอร์นี้ทั้งหมด

Output H3 - Microsoft Word

File Edit View Insert Format Tools Table Window Help

Normal + (Latin) Times New Roman 14 B I U D W

Cascades H3 KB 0.0000
In this table only cascades are shown with a probability > 1.0%.
But in the calculation all cascades are taken into account.

Eff values are for fm=1.20, all p and Eff in %.

Casc	p	p_norm	Part	PartEff%	NonEff	CascEff%	Contr.	Sum
1	100.00	100.00		51.63	48.37	51.63	51.633	51.633
Sum	100.00	100.00						51.633

Results H3
Efficiencies for KB 0.0000

F.M.	Eff%	F.M.	Eff%	F.M.	Eff%	F.M.	Eff%	F.M.	Eff%
1.05	55.806	1.25	50.330	1.45	45.528	1.65	41.316	0.00	47.851
1.10	54.369	1.30	49.070	1.50	44.423	1.70	40.345	0.00	46.670
1.15	52.978	1.35	47.851	1.55	43.354	1.75	39.406	0.00	45.528
1.20	51.633	1.40	46.670	1.60	42.318	1.80	38.496	0.00	44.423

Polynomial Fit H3 KB 0.0000
Half-life 4504. d
kB: 0.0000 Degree: 2
Region of EffH3: 40 % - 55 %
Reference efficiencies (EffH3 = 30% - 45% - 50%) 30.00 % - 45.00 % - 50.00 %
Uncertainty contribution for a H3 uncert. of 1%: dEff = 1.000 %
Max.dev.of the fit polynomial 0.000 %
Coefficients:
0.000E+0 1.000E+0 0.000E+0 0.0 0.0 0.0

Close Header

- CIEMAT/NIST calculation with the program CN2003 - 10.10.2548 23:39

ภาพผนวกที่ ข7 ข้อมูลที่ปรากฏใน Microsoft Word

ภาคผนวก ค

คุณสมบัติของไนโตรมีเทน (CH_3NO_2)

1. อันตรายต่อสุขภาพอนามัย

1.1 สัมผัสทางหายใจ

การหายใจเข้าไป ไอร์เรเยออาจจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ อ่อนเพลีย ถ้าเข้มข้นมากอาจจะทำให้คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง และปวดศีรษะ

1.2 สัมผัสทางผิวหนัง

การสัมผัสผิวหนัง จะเป็นสาเหตุให้เกิดการระคายเคือง ผื่นแดง และเจ็บปวด สารนี้อาจซึมผ่านให้ผิวหนังซึ่งจะมีอาการการสุดดมเข้าไป

1.3 กินหรือกลืนเข้าไป

การกลืนหรือกินเข้าไป จะเกิดอาการคล้ายการสุดดมหายใจเข้าไป ถ้าได้รับที่ค่าความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดคลื่นไส้และปวดศีรษะ

1.4 สัมผัสสุดดม

การสัมผัสสุดดม ทำให้เกิดการระคายเคืองและกระจกตาถูกทำลาย

2. การก่อมะเร็ง ความผิดปกติอื่นๆ

สารนี้ไม่ได้อยู่ในบัญชีรายชื่อสารก่อมะเร็งของ NTP IARC ถ้าสัมผัสกับผิวหนังซ้ำกันนานๆ จะทำให้ผิวหนังอักเสบ ถ้าสุดดมระเหยเข้าไปนานๆจะทำให้ดับถูกทำลาย และสารนี้ทำลายปอด ทรวงอก ตับ ไต ท่อนไต กระเพาะปัสสาวะ ทำให้เกิดเนื้องอก

3. ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา

3.1 ความคงตัวทางเคมี : ไวต่อการกระแทกและความร้อน จะไม่เสถียรเมื่อได้รับความร้อน

3.2 สารที่เข้ากันไม่ได้ : เอมีน กรด เบส สารออกซิไดซ์ โลหะออกไซด์ อลูมิเนียม คลอไรด์ผสมสารอินทรีย์ เฮกซะเมทิลเบนซีน ไฮโดคาร์บอน แคลเซียม ไฮโดรคาร์บอน โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ โซเดียม แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ในสถานะที่มีความชื้นจะกัดกร่อนเหล็กทองแดงอย่างช้าๆ เมื่อเปียกชื้น

3.3 สภาพที่ควรหลีกเลี่ยง ความร้อน เปลวไฟ แหล่งจุดไฟและสารที่เข้ากันไม่ได้ วัสดุการกระแทก

3.4 สารเคมีอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว : การลุกไหม้ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์

3.5 อันตรายจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ : จะไม่เกิดขึ้น

3.6 สารนี้ทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับสารหลายประเภท

3.7 เมื่อสัมผัสกับเบส อินทรีย์ กรดและโลหะออกไซด์ เช่น lead pigment จะไวต่อการกระแทกมากขึ้นทำให้เกิดการระเบิดได้

3.8 ภาชนะบรรจุปิดสนิทอาจจะทำให้เกิดการระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน

3.8 ส่วนผสมของไนโตรมีเทนไวต่อการระเบิดควรเคลื่อนย้ายด้วยความระมัดระวังอย่างมาก

3.9 ไนโตรมีเทน สามารถทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ที่เป็นเบสได้เป็นเกลือ ถ้าแห้งจะทำให้เกิดการระเบิด

4. การเกิดอ็อกซิภัย

4.1 ส่วนผสมระหว่างไอระเหยกับอากาศที่อาจทำให้เกิดการระเบิดได้ที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดวาบไฟ

4.2 ไอระเหยที่ไวไฟ จะหนักกว่าอากาศจะแพร่กระจายไปสะสมในที่ต่ำและหรือแพร่กระจายไปบนพื้นห่างจากจุดชนถ่าย อาจจะทำให้เกิดระเบิดถ้าสัมผัสกับความร้อนหรือประกว

4.3 สารนี้จะไวต่อการระเบิดถ้ามีองค์ประกอบทางเคมี เช่น เอมีน และกรดเจือปน

4.4 อันตรายจากไฟไหม้และระเบิดเกิดขึ้นเมื่อความดันลดลง

4.5 ว่องไวต่อแรงกระทำทางกล ว่องไวต่อประจุไฟฟ้าสถิตย์

4.6 สารดับเพลิง คาร์บอนไดออกไซด์ แอลกอฮอล์โฟม ฉีดน้ำให้เป็นฝอย ห้ามใช้ผงเคมีดับเพลิง

4.7 ห้ามใช้ผงเคมีดับเพลิงที่มีส่วนประกอบของโซเดียม หรือโพแทสเซียมไบคาร์บอเนตในการดับไฟที่เกิดจากไนโตรมีเทน

4.8 ในเหตุการณ์เกิดเพลิงไหม้ควรสวมใส่ชุดป้องกันสารเคมีและอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว (SCBA) พร้อมกับหน้ากากแบบปิดเต็มหน้า

5. การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง

5.1 ให้มีป้องกันการเสียหายทางกายภาพ

5.2 เก็บในที่ที่เย็นและแห้ง มีการระบายอากาศเป็นอย่งดี

5.3 แยกจากสารที่เข้ากันไม่ได้

5.4 แยกออกจากสารที่สามารถติดไฟได้และไวต่อการกระตุ้น

5.5 เก็บให้ออกห่างจากพื้นที่ใดๆที่อาจเกิดอันตรายจากอัคคีภัยอย่างเฉียบพลัน

- 5.6 เก็บไว้นอกอาคาร หรือการแยกเก็บให้ถูกต้อง
- 5.7 อย่าตัดหรือเชื่อมโลหะใกล้กับภาชนะบรรจุสารนี้
- 5.8 ภาชนะบรรจุที่ต้องต่อเชื่อมระหว่างถังและต่อสายดินสำหรับการถ่ายเทเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดประกายไฟฟาสถิต
- 5.9 พื้นที่ที่เก็บและการใช้งานจะต้องไม่สูบบุหรี่
- 5.10 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ไม่ทำให้เกิดประกายไฟ รวมถึงระบบระบายอากาศที่ป้องกันการระเบิดได้
- 5.11 ป้องกันบริเวณที่เก็บการสัมผัสกับไฟจากภายนอก ห้ามดื่มกลั่นในโตรมีเทน
- 5.12 ห้ามล้างภาชนะบรรจุที่ใช้แล้วด้วยสารทำความสะอาดที่เป็นด่าง เพราะอาจมีไอระเหยอยู่อาจทำให้เกิดการระเบิดได้
- 5.13 ภาชนะว่างเปล่าที่ใช้แล้วควรล้างด้วยน้ำก่อนนำกลับมาใช้อีกครั้งหรือการกำจัด

6. การกำจัดกรณีรั่วไหล

- 6.1 ให้ระบายอากาศเมื่อเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล
- 6.2 ให้เคลื่อนย้ายของหรือวัตถุที่สามารถติดไฟได้ทั้งหมดออกไป
- 6.3 ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม
- 6.4 ถังแยกพื้นที่อันตรายออก
- 6.5 ห้ามไม่ให้บุคคลที่ไม่มีหน้าที่จำเป็นและไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเข้าไป

6.6 เก็บและเอาของเหลวคืนกลับมาใช้ใหม่ถ้าเป็นไปได้

6.7 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ไม่ทำให้เกิดประกายไฟ

6.8 เก็บรวบรวมของเหลวในภาชนะบรรจุที่เหมาะสมหรือดูดซับด้วยวัตถุเฉื่อย เช่น แร่หินทราย ทรายแห้ง และเก็บในภาชนะบรรจุภาชนะของเสียจากเคมี

6.9 อย่าใช้วัสดุติดไฟได้ เช่น จี๊เหลื่อย ในการดูดซับสาร

6.10 อย่าฉีดล้างลงในท่อระบายน้ำ

6.11 ถ้าสารที่หกแล้วไหลยังไม่ถูกติดไฟใช้น้ำฉีดเป็นฝอยเพื่อสลายกลุ่มไอระเหยเพื่อป้องกันอันตรายต่อบุคคลที่พยายามเข้าไปหยุดการรั่วไหลและฉีดล้างส่วนที่หกแล้วไหลออกจากการสัมผัส

7. การปฐมพยาบาล

7.1 หายใจเข้าไป

ถ้าหายใจเข้าไป ให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจ ให้ช่วยผายปอด ถ้าหายใจติดขัดให้ออกซิเจนและนำไปพบแพทย์

7.2 กินหรือกลืนเข้าไป

ถ้ากลืนหรือกินเข้าไป ให้กระตุ้นทำให้อาเจียนโดยบุคลากรทางการแพทย์ ห้ามให้สิ่งใดเข้าปากผู้ป่วยที่หมดสติ แล้วนำไปพบแพทย์ทันที

7.3 สัมผัสถูกผิวหนัง

ถ้าสัมผัสถูกผิวหนัง ให้ฉีดล้างทันทีด้วยสบู่และน้ำปริมาณมากๆ อย่างน้อย 15

นาที พร้อมถอดเสื้อผ้าและรองเท้านที่ที่ปนเปื้อนสารเคมี แล้วนำส่งไปพบแพทย์ ทำความสะอาดเสื้อผ้าและรองเท้านก่อนนำมาใช้อีกครั้ง

7.4 สัมผัสถูกตา

ถ้าสัมผัสถูกตา ให้ฉีดล้างตาด้วยน้ำปริมาณมากๆ อย่างน้อย 15 นาที พร้อมกระพริบตาถี่ๆ ขณะทำการล้าง แล้วนำส่งไปพบแพทย์ทันที

8. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- 8.1 ห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ น้ำเสีย หรือดิน
- 8.2 สารนี้มีแนวโน้มในการสะสมทางชีวภาพต่ำ
- 8.3 สารนี้มีผลเป็นพิษต่อปลา

ภาคผนวก ง

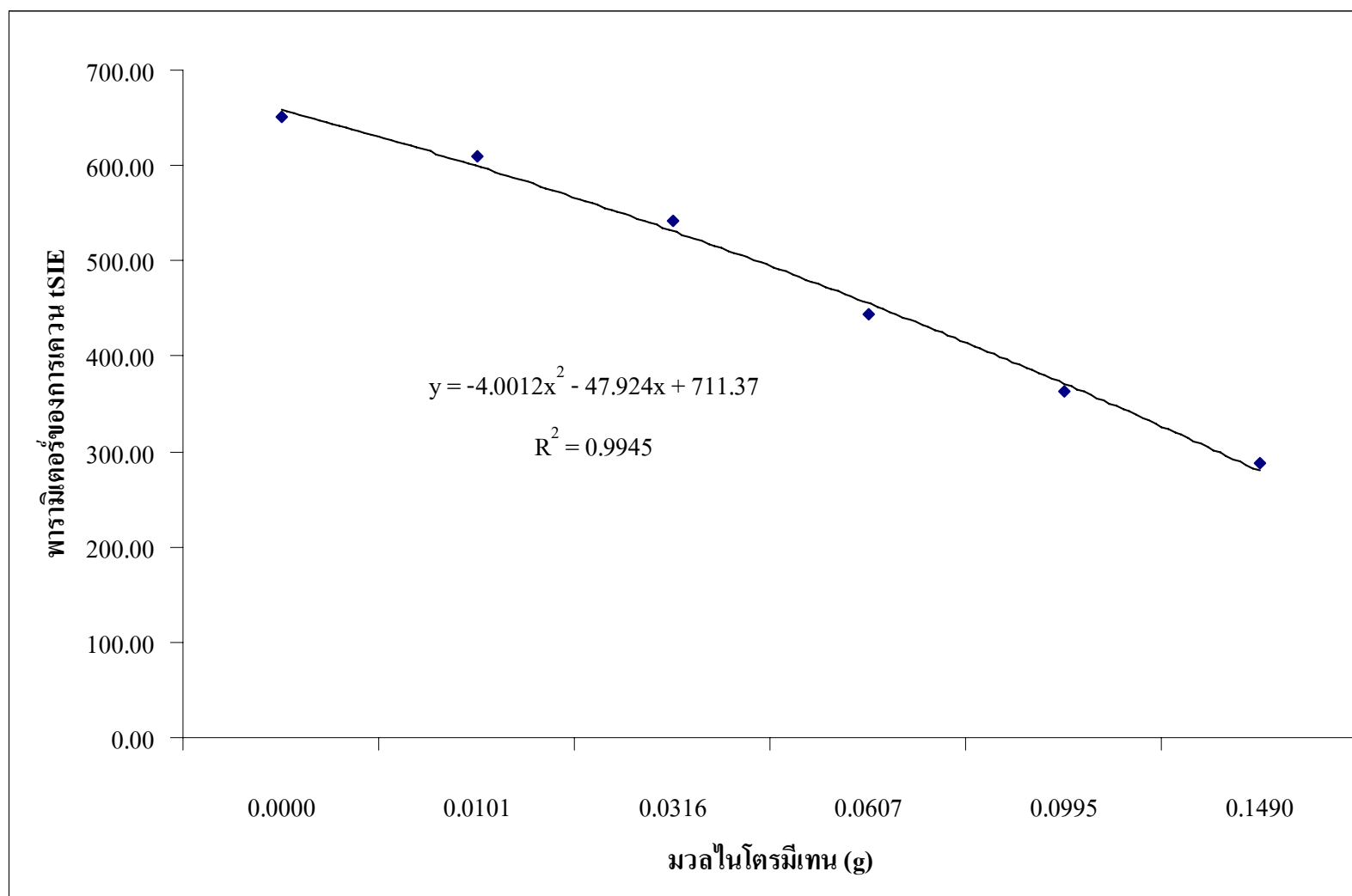
แสดงการหากราฟของการควench (quench curve) ของไนโตรมีเทน เพื่อหามวล(g)ไนโตรมีเทนที่มีผลต่อการควench ทำให้ทราบปริมาณไนโตรมีเทนที่เหมาะสมต่อการหยดลงไปในแต่ละไวแอล

จากการทำการทดลองหากราฟของการเควนเพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรมีเทนที่หยดลงไปกับค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงปริมาณไนโตร-มีเทนที่หยดลงไปในชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C แสดงผลได้ดังตารางผนวกที่ ง1

ตารางผนวกที่ ง1 ตารางแสดงค่ามวลของไนโตรมีเทนที่สัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE

ชนิดของวัตถุที่จะนำไปชั่งมวล	มวล (g)	ค่าพารามิเตอร์ของ
		การเควน tSIE
ฟิกโนมิเตอร์เปล่า	2.1865	-
ฟิกโนมิเตอร์ + ไนโตรมีเทน	2.3355	-
มวลของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปที่ 0 หยดในไวแอล 1	0	651.15
มวลของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปที่ 1 หยดในไวแอล 2	0.0101	610.1
มวลของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปที่ 2 หยดในไวแอล 3	0.0316	542.2
มวลของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปที่ 3 หยดในไวแอล 4	0.0607	443.36
มวลของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปที่ 4 หยดในไวแอล 5	0.0995	363.68
มวลของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปที่ 5 หยดในไวแอล 6	0.149	287.24

จากผลที่ได้ดังตารางผนวกที่ ง1 พบว่าเมื่อหยดไนโตรมีเทนเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE ลดต่ำลง ในขณะที่ไวแอลที่ 1 ไม่ได้ใส่ไนโตรมีเทนค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE จะมีค่าสูงสุด หมายความว่า การเติมไนโตรมีเทนมีผลทำให้เกิดการเควนมากขึ้นเนื่องจากการเควนที่เพิ่มสูงขึ้นค่าพารามิเตอร์ของการเควน tSIE จะลดลง นั่นคือถ้าพารามิเตอร์ของการเควนมีค่าเท่ากับ 1000 ตามที่ได้จากการสอบเทียบอุปกรณ์ของเครื่องนับรังสี LSC รุ่น 2770 RT/SL หมายถึงไม่มีการเควนเกิดขึ้น และยังถ้าพารามิเตอร์ของการเควนลดลงจาก 1000 มากเท่าไรก็เท่ากับว่าเกิดการเควนเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น แสดงกราฟของการเควนได้ดังภาพผนวกที่ ง 1 ซึ่งเป็นกราฟพลาโบลาคว่ำ สังเกตความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่าควรหยดไนโตรมีเทนลงในแต่ละไวแอลไม่เกิน 9 หยด



ภาพผนวกที่ 1 กราฟของการควench (quench curve) ของไนโตรเจน

ภาคผนวก จ

วิธีการเตรียมชุดสารกัมมันตรังสี ^{14}C สำหรับตรวจสอบสมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากว่าในแต่ละขั้นตอนของการเตรียมสารนั้นค่อนข้างละเอียดและมีอันตรายถ้าหากทำการทดลองผิดพลาด ดังนั้นจึงต้องวางแผนการทดลองอย่างรัดกุมที่สุด เพื่อให้เกิดการผิดพลาดน้อยที่สุด เริ่มต้นจากการเตรียมคอกเทล ULTIMA GOLD™ LLT ให้ได้ปริมาตรเท่ากับ 15 mL ซึ่งขณะที่ใช้ dispenser ต้องห้ามให้มีฟองอากาศ ไม่อย่างนั้นจะทำให้ปริมาตรที่ได้ไม่ตรงตามที่ต้องการ ต่อมาขั้นตอนของการเตรียมไนโตรมีเทนที่จะนำไปใส่ในแต่ละไวแอลที่บรรจุคอกเทล ULTIMA GOLD™ LLT เริ่มต้นต้องหากราฟของการเควนก่อนเพื่อจะให้ทราบค่ามวล (g) ของไนโตรมีเทนที่เหมาะสมสำหรับหยดลงไปในแต่ละไวแอล จากนั้นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดคือขั้นตอนของการหาค่าการกัมมันตรังสี ^{14}C ซึ่งจะต้องวางแผนให้รัดกุมที่สุด ถ้าหากเกิดการผิดพลาด นอกจากจะเกิดอันตรายแล้วยังจะต้องเริ่มทำการทดลองใหม่ตั้งแต่ต้น ดังนั้นจึงต้องวางแผนอย่างเป็นระเบียบและมีขั้นตอนดังนี้

1. นำอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ใส่ในถาดรองซึ่งจัดวางกระดาษรองถาดเตรียมพร้อมสำหรับการทดลอง ยกเว้นเครื่องชั่งมวลซึ่งต้องวางอยู่ภายในตู้สำหรับทำปฏิบัติการ และสำหรับขวดบรรจุคอกเทล ULTIMA GOLD™ LLT และไนโตรมีเทนจะต้องนำพลาสติกมารองขวดก่อนและตั้งอยู่บริเวณที่สามารถทำการทดลองได้สะดวก
2. นำไวแอลจำนวน 6 ไวแอลใส่คอกเทลมาตรฐาน ULTIMA GOLD™ LLT โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “dispenser” ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับดูดสารละลายให้ได้ปริมาตรตามที่ต้องการ สำหรับการทดลองนี้ให้ดูดคอกเทลใส่ลงในแต่ละไวแอลจำนวน 15 mL
3. หาปริมาณมวล (g) ของไนโตรมีเทนที่ควรหยดลงไปในแต่ละไวแอลของทั้ง 6 ไวแอลเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการทดลอง ซึ่งจะต้องเตรียมความพร้อมและความเข้าใจให้มากเนื่องจากว่าไนโตรมีเทนเป็นวัตถุไวไฟ ห้ามกระแทกและสามารถก่อให้เกิดอันตรายได้หากนำมาใช้ไม่ถูกต้อง ซึ่งแสดงคุณสมบัติและอันตรายรวมถึงวิธีการป้องกันต่างๆสำหรับการใช้ไนโตรมีเทนในภาคผนวก ค เริ่มต้นให้เทไนโตรมีเทนประมาณ 2 mL จากขวดลงสู่บีกเกอร์ขนาดเล็ก เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับนำไปใช้งาน จากนั้นเลือกฟิสิกโนมิเตอร์เปล่าที่เตรียมไว้แล้ว 1 อันไปชั่งมวลแล้วบันทึกก่อนที่จะดูดสารไนโตรมีเทนซึ่งมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 0.8772 g/cm^3 หรือ 877.2 g/L ประมาณ $1/4$ ของฟิสิกโนมิเตอร์ แล้วไปชั่งมวลในหน่วยกรัม (g) อีกครั้งแล้วบันทึกไว้ จากนั้นหยดไนโตรมีเทนลงไปในปริมาณที่แตกต่างกันของแต่ละไวแอล เพื่อให้เกิดการเควนที่แตกต่างกัน บันทึกค่ามวลของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปในไวแอล โดยทุกครั้งที่ยกไนโตรมีเทนลงไปที่ปิดฝาไวแอลให้แน่นและนำฟิสิกโนมิเตอร์ที่ใส่ไนโตรมีเทนที่เหลือ

ไปช่วงมวล ซึ่งมวลที่ลดลงจากเดิมเป็นมวลของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปไนแอลนั้น บันทึกมวลของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปไนแต่ละไแอล โดยกำหนดให้หยดไนโตรมีเทนไนไแอลต่างๆดังนี้

ไแอล 1	ไม่ได้หยดไนโตรมีเทน
ไแอล 2	หยดไนโตรมีเทนลงไป 1 หยด
ไแอล 3	หยดไนโตรมีเทนลงไป 2 หยด
ไแอล 4	หยดไนโตรมีเทนลงไป 3 หยด
ไแอล 5	หยดไนโตรมีเทนลงไป 4 หยด
ไแอล 6	หยดไนโตรมีเทนลงไป 5 หยด

4. นำ 6 ไแอลที่เตรียมไว้ในข้อ 3 ไปวัดเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของการเควน SIE จากเครื่องนับรังสี โดยใช้เครื่องนับรังสี LSC รุ่น Packard Tri-Carb® Model 2770TR/SL โดยมีขั้นตอนของการใช้คำสั่งของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่เชื่อมต่อกับเครื่องนับรังสี LSC ดังนี้

4.1 ขั้นตอนการทำ IPA

4.1.1 ใส่ SNC protocol plug ลงไปที่ cassette

4.1.2 เลื่อน SNC plug ลงไปที่ตำแหน่งที่ 1 หากเป็นเครื่องรุ่น 2770 TR/SL ตำแหน่งที่ 2 ให้ใส่ขวดเปล่า ถ้าเครื่องอยู่ในภาวะ IDLE (ไม่ได้ทำการนับ) ให้ปฏิบัติดังนี้

ก. วางกลับทางฝั่งขวาของ sample changer deck แล้วกด F-1 เพื่อเริ่มต้น กลับก็จะเลื่อนเข้าสู่ตำแหน่งนับ แล้วหย่อนขวด C-14 เข้าสู่ส่วนนับวัด

ข. ถ้าเครื่องกำลังนับสารตัวอย่างอื่นอยู่ ให้วาง calibration cassette ต่อสุดท้ายของแถวกลับที่จะเข้านับ เมื่อเครื่องมือนับโปรโทคอลของสารตัวอย่างเดิมนั้นเสร็จก็จะเลื่อนกลับสอบเทียบเข้านับโดยอัตโนมัติ

4.2 ขั้นตอนการเตรียมสารที่บรรจุในไวแอลสำหรับ ^{14}C ลงในเครื่องนับรังสี LSC

4.2.1 นำสารละลายที่เตรียมไว้วางทางฝั่งขวาของ sample changer deck

4.2.2 ใส่เต้าเสียบโปรโตคอลหมายเลขที่ 55 แล้วผลักแผ่นเต้าเสียบโปรโตคอลไปทางซ้ายมือ

4.2.3 ปิดฝาเครื่องนับรังสี LSC เพื่อเตรียมพร้อมที่จะทำการวัด

4.3 ขั้นตอนการใช้โปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องนับรังสี LSC

4.3.1 เปิดโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องนับรังสี LSC

4.3.2 กด F1-Edit Prot ทางด้านล่างของโปรแกรมเพื่อกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆในการนับ โดยกำหนดโปรโตคอลที่ตรงกับเต้าเสียบโปรโตคอลที่ใส่ในคลับไวแอลที่เลือกไว้และตั้งค่าต่างๆ ให้เหมาะสม ซึ่งในการทดลองนี้ใช้โปรโตคอล 55

4.3.3 ออกคำสั่งให้เครื่องนับรังสีวัดอัตราการนับในหน่วย CPM และพารามิเตอร์ของการเควน โดยกด F3-count condition เพื่อกำหนดเงื่อนไขของการนับ ซึ่งพารามิเตอร์ของการเควนสามารถทราบค่าได้จากปริมาณมาตรฐานภายนอก (external standard quantities) tSIE

Time : 10.00

Cycle : 1

Data Mode: CPM

Count Termination : No

Background Subtract: None

	LL	UL	LCR	2S%	BKG
Region A	0.00	156.00	0	0.0	0.00

Quench Indicator: tSIE

ES termination: No

Half life correction: No

Special conditions: Use Exist

Coincidence Time(ns) : 18

Delay Before Burst(ns) : Normal

4.3.4 กดปุ่ม F5-Printer Output เพื่อดึงค่าการพิมพ์ ว่าต้องการให้แสดงผลอะไรออกมา สำหรับกรณีนี้ออกคำสั่งให้พิมพ์เรียงตามลำดับต่อไปนี้

- ก. S# หมายถึงออกคำสั่งให้พิมพ์ลำดับของไวแอลนับจากทางซ้ายมือของตลับสำหรับวางไวแอล
- ข. Time หมายถึง เวลาที่ใช้ในการนับของเครื่องนับรังสีในแต่ละ ไวแอล
- ค. CPMA หมายถึง จำนวนนับต่อนาทีในช่อง(channel) A
- ง. tSIE หมายถึง พารามิเตอร์ของพารามิเตอร์ของการควench

4.3.5 กดปุ่ม F7-Disk File Output เพื่อออกคำสั่งให้ข้อมูลที่พิมพ์ออกมาถูกนำไปบันทึกยังไฟล์ที่กำหนด เช่นสั่งให้เก็บข้อมูลที่ d:\data55.txt

4.3.6 กด Alt-F2 ซึ่งเป็นส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องนับรังสี LSC หรือจะสั่งงานโดยกดปุ่ม F11-Start เพื่อให้เครื่องเริ่มทำการนับ และกด F12-Stop สำหรับกรณีที่ต้องการให้เครื่องหยุดทำงานก็ได้

4.4 นำค่าพารามิเตอร์ของการควench tSIE ที่สัมพันธ์กับค่ามวลของไนโตรมีเทน(g) ที่หยดลงไป มาเขียนกราฟเพื่อหากราฟของการควench (quench curve) สำหรับไนโตรมีเทน ดังภาพผนวกที่ ง1 ทำให้ทราบว่าจำนวนหยดหรือมวล(g) ของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปมีผลต่อการเกิดการควench และหยดไนโตรมีเทนจำนวน 1-9 หยดจึงเหมาะสมที่สุด

4.5 จากขั้นตอนที่ผ่านมาทำให้ทราบแล้วว่าหยดไนโตรมีเทนลงในแต่ละไวแอล จำนวน 1-9 หยดจึงจะเหมาะสมที่สุดสำหรับการทดลอง (จากภาคผนวก ง) จากนั้นจึงเริ่มผสมสารละลายกัมมันตรังสี ^{14}C ที่ไม่ทราบค่ากัมมันตภาพ สำหรับการนำไปใช้ในการทดลองจริงๆ โดยมีวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้น โดยแต่ละขั้นจะต้องระมัดระวังมากที่สุดเพราะถ้าหากเกิดการผิดพลาดจะต้องทำการทดลองใหม่ทั้งหมด เริ่มต้นจากการเตรียมไวแอลที่สะอาดจำนวน 7 ไวแอล และใส่คอกเทล ULTIMA GOLD™ LLT จำนวน 15 mL โดยใช้เครื่องมือสำหรับวัดปริมาตรของสารละลายที่เรียกว่า “dispenser” และปิดฝาให้เรียบร้อย จากนั้นเขียนหมายเลข 0-6 กำกับบนแต่ละไวแอล

4.6 ชั่งมวลของฟิสิกโนมิเตอร์ที่เตรียมไว้แล้ว 1 อัน แล้วบันทึก

4.7 เทไนโตรมีเทนลงในบีกเกอร์ขนาดเล็กประมาณ 2 mL

4.8 ใช้ฟิสิกโนมิเตอร์ดูดไนโตรมีเทนขึ้นมาประมาณ 300 มิลลิกรัม แล้วบันทึกมวลของฟิสิกโนมิเตอร์ที่บรรจุไนโตรมีเทน

4.9 หยดไนโตรมีเทนลงไปในแต่ละไวแอลยกเว้นไวแอลที่ 0 และ 1 ไม่ต้องหยดไนโตรมีเทน โดยทุกครั้งที่ยกไนโตรมีเทนลงไปในแต่ละไวแอลตามจำนวนหยดที่กำหนดจะต้องบันทึกค่ามวลของฟิสิกโนมิเตอร์ด้วยทุกครั้ง เพื่อจะทำให้ทราบค่ามวลของไนโตรมีเทนที่หยดลงไปในแต่ละไวแอล เมื่อหยดไนโตรมีเทนลงไปในแต่ละไวแอลแล้วจะต้องปิดฝาไวแอลให้สนิท กำหนดให้เติมไนโตรมีเทนใน each ไวแอลดังนี้

ไวแอลที่ 1	ไม่ได้หยดไนโตรมีเทน
ไวแอลที่ 2	หยดไนโตรมีเทน 1 หยด
ไวแอลที่ 3	หยดไนโตรมีเทน 2 หยด
ไวแอลที่ 4	หยดไนโตรมีเทน 3 หยด
ไวแอลที่ 5	หยดไนโตรมีเทน 4 หยด
ไวแอลที่ 6	หยดไนโตรมีเทน 5 หยด

4.10 ถ่ายไนโตรมีเทนที่เหลือในฟิสิกโนมิเตอร์ใส่ในบีกเกอร์อันเดิม ทั้งฟิสิกโนมิเตอร์ที่ใช้แล้วและเทไนโตรมีเทนในบีกเกอร์ใส่ในถุงขยะสำหรับใส่ขยะที่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่เตรียมไว้ แล้วนำบีกเกอร์ไปล้างให้สะอาด

4.11 ชั่งมวลของฟิสิกโนมิเตอร์อีกหนึ่งอันที่เตรียมไว้ แล้วบันทึก

4.12 เปิดปากขวดแอมพูลที่บรรจุสารกัมมันตรังสี ^{14}C โดยใช้มีดตัดกระจกสำหรับเปิดปากขวดกรีดรอบบริเวณคอขวดให้เป็นรอย แล้วใช้น้ำกลั่นฉีดลงไปบริเวณรอยกรีด ใช้กระดาษชำระเช็ดให้สะอาด จากนั้นดึงกระดาษชำระมาจำนวนหนึ่งเพื่อรองมือก่อนหักบริเวณที่เป็นรอยกรีดแล้วทิ้งกระดาษชำระที่ใช้แล้วลงไปถุงขยะที่เตรียมไว้สำหรับใส่ขยะที่ไม่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี

4.13 ทำการถ่ายสารกัมมันตรังสี ^{14}C ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยครั้งแรกใช้ฟิสิกโนมิเตอร์เปล่าที่เตรียมไว้ดูดสารกัมมันตรังสีที่บรรจุอยู่ในแอมพูลเดิมขึ้นมาประมาณ $1/3$ ของทั้งหมดก่อน จากนั้นใช้พาราฟิล์มปิดปากขวดแอมพูลที่บรรจุสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่เหลือ

4.14 หยดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ลงไปในแอมพูลเปล่าไว้ 1 หยด แล้วนำฟิสิกโนมิเตอร์ไปชั่งมวลจะทำให้ทราบค่ามวลของสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่หยดลงไป 1 หยด ทดลองหยดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ไปเรื่อยๆ ทีละหยด ประมาณ 5 หยด โดยทุกครั้งที่หยดจะต้องบันทึกค่ามวลของ ^{14}C และฟิสิกโนมิเตอร์ที่เหลือทุกครั้ง ซึ่งเมื่อทราบค่ามวลของ ^{14}C ที่หยดลงไป 1 หยดโดยเฉลี่ยจะทำให้รู้ว่า 1 หยดที่หยดลงไปนั้นมีค่ากัมมันตภาพเท่าไร

4.15 หลังจากทดลองหยดกัมมันตภาพรังสี ^{14}C 5 หยดแล้ว จากนั้นให้ถ่ายสารกัมมันตรังสี ^{14}C ในฟิสิกโนมิเตอร์ที่เหลือ ลงในแอมพูลเปล่าที่ใช้เก็บสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่เหลืออันจนหมด จากนั้นนำฟิสิกโนมิเตอร์เปล่าที่ถ่ายสารกัมมันตรังสี ^{14}C หมดแล้วไปชั่งมวลอีกครั้ง บันทึก

4.16 ใช้ฟิสิกโนมิเตอร์ดูดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ครั้งที่ 2 เป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของที่เหลือในแอมพูลที่เปิดไว้ จากนั้นนำพาราฟิล์มปิดปากขวดแอมพูลที่บรรจุสารกัมมันตรังสี ^{14}C แล้วนำฟิสิกโนมิเตอร์ชั่งมวลอีกครั้ง และบันทึก

4.17 คำนวณว่าสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่หยดลงไปโดยใช้ฟิสิกโนมิเตอร์ 1 หยดมีค่า

กัมมันตภาพโดยเฉลี่ยเท่าไรในหน่วย DPM ทำให้สามารถประมาณได้ว่าควรจะหยดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ลงไปเท่าไรในแต่ละไวแอล โดยในแต่ละไวแอลจะต้องหยดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ประมาณ 100,000 DPM จากตารางผนวกที่ 2 ทำให้ทราบว่าควรจะหยดสารกัมมันตรังสี ^{14}C เป็นจำนวน 4 หยดในแต่ละไวแอล

4.18 หยดสารกัมมันตรังสี ^{14}C จำนวน 4 หยด ในแต่ละไวแอลที่บรรจุคอกเทลสำเร็จรูป Ultima Gold LLT และในโตรมิเทนที่ได้เตรียมไว้แล้วในไวแอลที่ 1-6 โดยบันทึกค่ามวลทุกครั้งหลังจากหยดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ลงในแต่ละไวแอล ทั้งนี้จะได้ทราบค่ามวลของสารกัมมันตรังสี ^{14}C และค่ากัมมันตภาพของแต่ละไวแอล

4.19 ถ่ายคีนสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่เหลือจากการทดลองในฟิสิกโนมิเตอร์ ในแอมพูลที่ใช้สำหรับเก็บสารกัมมันตรังสีจนหมดแล้วนำฟิสิกโนมิเตอร์ไปล้าง และบันทึก

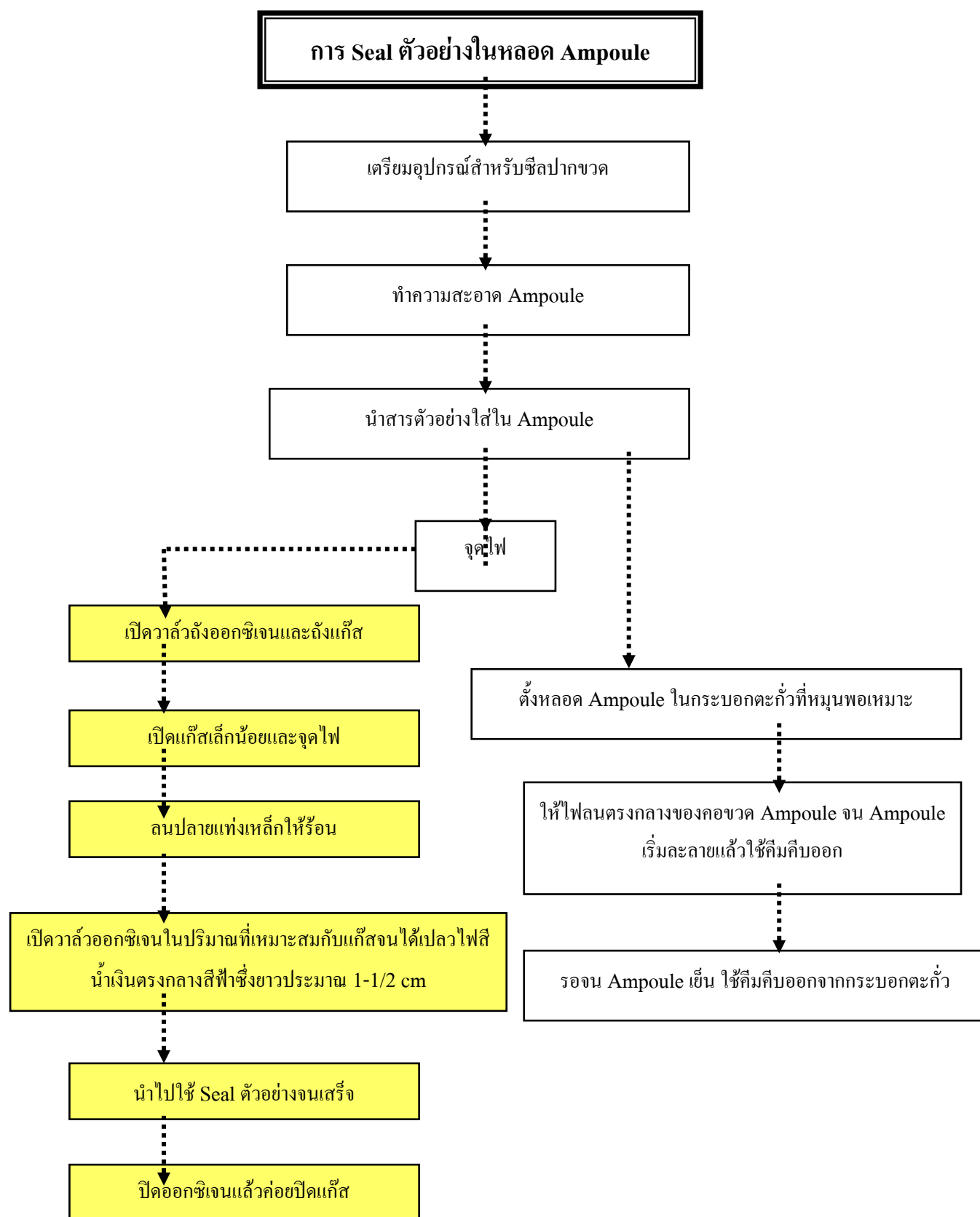
4.20 ใช้ฟิสิกโนมิเตอร์ดูดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่เหลือในแอมพูลที่เปิดจนหมดแล้วนำไปล้าง

4.21 ถ่ายคีนสารกัมมันตรังสี ^{14}C ครั้งที่ 3 ลงในแอมพูลสำหรับเก็บสารกัมมันตรังสีใหม่จนหมด แล้วล้างฟิสิกโนมิเตอร์อีกครั้ง

4.22 ทั้งฟิสิกโนมิเตอร์และแอมพูลที่เปิดไว้ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกในลักษณะที่เตรียมไว้สำหรับใส่กากที่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี

4.23 เก็บอุปกรณ์ทั้งหมดให้เรียบร้อย แยกถุงขยะเป็น 2 แบบ คือถุงขยะที่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีและถุงขยะที่ไม่ปนเปื้อน สำหรับถุงขยะที่ไม่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีสามารถนำไปทิ้งได้เลย ส่วนถุงขยะที่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีให้มัดถุงขยะให้แน่นแล้วนำถุงสำหรับเก็บขยะกากสารกัมมันตรังสี

4.24 นำแอมพูลที่ใช้เก็บสารกัมมันตรังสี ^{14}C ไปฉีลปากขวดเพื่อเก็บสารไว้ใช้ในคราวต่อไป โดยมีวิธีการฉีลปากขวดดังภาพผนวกที่ จ1



ภาพผนวกที่ จ1 แสดงขั้นตอนการซีลปากขวดแอมพูล

ตารางผนวกที่ จ1 ตารางแสดงขั้นตอนการเตรียมชุดสารกัมมันตรังสี ^{14}C

ขั้นตอนการดำเนินการเตรียมสาร	ค่ามวล (g) ที่บันทึกจากเครื่องชั่ง					ค่าที่ได้จากการคำนวณ					
	มวล UMT5 Comparator										
1. เตรียมไวแอล+คอกเทล UG LLT 15 mL จำนวน 7 ไวลแอล แล้วเขียนหมายเลข 0-6 กำกับบนไวแอล ตามลำดับ จากนั้นชั่งฟิสิกโนมิเตอร์เปล่าที่เตรียมพร้อมสำหรับใส่ไนโตรมีเทน	1.437956										
2. ใช้ฟิสิกโนมิเตอร์ดูดไนโตรมีเทน ประมาณ 300 mg แล้วชั่ง	3.200547										
3. ชั่งฟิสิกโนมิเตอร์+ไนโตรมีเทนที่เหลือจากหยดลงในไวแอล 2	3.185121					มวล (g) ไนโตรมีเทนที่หยดในไวแอลที่ 2 = 0.015426					
4. ชั่งฟิสิกโนมิเตอร์+ไนโตรมีเทนที่เหลือจากหยดลงในไวแอล 3	3.157644					มวล (g) ไนโตรมีเทนที่หยดในไวแอลที่ 3 = 0.027477					
5. ชั่งฟิสิกโนมิเตอร์+ไนโตรมีเทนที่เหลือจากหยดลงในไวแอล 4	3.117027					มวล (g) ไนโตรมีเทนที่หยดในไวแอลที่ 4 = 0.040617					
6. ชั่งฟิสิกโนมิเตอร์+ไนโตรมีเทนที่เหลือจากหยดลงในไวแอล 5	3.062560					มวล (g) ไนโตรมีเทนที่หยดในไวแอลที่ 5 = 0.054467					
7. ชั่งฟิสิกโนมิเตอร์+ไนโตรมีเทนที่เหลือจากหยดลงในไวแอล 6	2.987138					มวล (g) ไนโตรมีเทนที่หยดในไวแอลที่ 6 = 0.075422					
8. ชั่งฟิสิกโนมิเตอร์เปล่าที่เตรียมพร้อมสำหรับดูด ¹⁴ C	1.478840										
9. เปิดปากขวดแอมพูลที่บรรจุ ¹⁴ C แล้วใช้ฟิสิกโนมิเตอร์ดูด ¹⁴ C ประมาณ 1/3 ของแอมพูล ไม่เกิน 5.1 g แล้วชั่ง	2.465548										
10. ทดลองหยด ¹⁴ C ลงในแอมพูลใหม่ที่ละหยด จำนวน 5 ครั้ง โดยทุกครั้งที่หยดจะต้องนำฟิสิกโนมิเตอร์ไปชั่ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
	2.458900	2.449316	2.442525	2.433917	2.425063	0.006648	0.009584	0.006791	0.008608	0.008854	0.008097
11. ถ่าย ¹⁴ C ครั้งที่ 1 ลงในแอมพูลใหม่จนหมดแล้วชั่ง	1.501401					ค่ากัมมันตภาพ(DPM) เฉลี่ยต่อหนึ่งหยด = 22,522.62					
12. ใช้ฟิสิกโนมิเตอร์ดูด ¹⁴ C ที่เหลืออยู่ในแอมพูลที่เปิดปากขวด ประมาณครึ่งหนึ่งของที่เหลืออยู่ แล้วนำฟิสิกโนมิเตอร์ไปชั่ง	3.078477					จำนวนหยด ¹⁴ C ที่กัมมันตภาพ100,000DPM = 4					
						มวล(g) ¹⁴ C ที่เก็บในแอมพูลใหม่ครั้งที่ 1 = 0.964147					

ตารางผนวกที่ จ2 (ต่อ) ตารางแสดงขั้นตอนการเตรียมชุดสารกัมมันตรังสี ^{14}C

ขั้นตอนการดำเนินการเตรียมสาร	ค่ามวล (g) ที่บันทึกจากเครื่องชั่ง	ค่าที่ได้จากการคำนวณ		
	มวล UMT5 Comparator			
		มวล(g) ^{14}C ที่เก็บในแอมพูลใหม่ครั้งที่ 2 = 1.317910		
		มวล(g) ^{14}C ที่เก็บในแอมพูลใหม่ครั้งที่ 3 = 2.403975		
		มวล(g) ^{14}C ที่เก็บในแอมพูลใหม่ทั้งหมด = 4.686032		
		ค่ากัมมันตภาพรวมของ ^{14}C ที่เก็บ(DPM) = 13,034,667		
13. หยด ^{14}C ลงในไวแอลที่ 1 ตามจำนวนหยดที่คำนวณได้ แล้วชั่งฟิสิกโนมิเตอร์	3.034898	มวล(g)และค่ากัมมันตภาพ(DPM)ของ ^{14}C ที่หยดในไวแอล		
		ไวแอลที่ 1	0.0435790 g	DPM = 121,219.35
14. ทำตามขั้นตอนที่ 13 แต่หยด ^{14}C ลงในไวแอลที่ 2	2.986573	ไวแอลที่ 2	0.0483250 g	DPM = 134,420.82
15. ทำตามขั้นตอนที่ 13 แต่หยด ^{14}C ลงในไวแอลที่ 3	2.938857	ไวแอลที่ 3	0.0477160 g	DPM = 132,726.83
16. ทำตามขั้นตอนที่ 13 แต่หยด ^{14}C ลงในไวแอลที่ 4	2.898417	ไวแอลที่ 4	0.0404400 g	DPM = 112,487.90
17. ทำตามขั้นตอนที่ 13 แต่หยด ^{14}C ลงในไวแอลที่ 5	2.855605	ไวแอลที่ 5	0.0428120 g	DPM = 119,085.86
18. ทำตามขั้นตอนที่ 13 แต่หยด ^{14}C ลงในไวแอลที่ 6	2.815361	ไวแอลที่ 6	0.0402440 g	DPM = 111,942.71
19. ถ่าย ^{14}C ครั้งที่ 2 ลงไปในแอมพูลใหม่ทั้งหมด แล้วชั่ง	1.497451			
20. ใช้ฟิสิกโนมิเตอร์วัด ^{14}C ที่เหลือจากแอมพูลที่เปิดจนหมด แล้วชั่ง	3.868113			
21. ถ่าย ^{14}C ครั้งที่ 3 ลงในแอมพูลใหม่ทั้งหมด แล้วชั่งฟิสิกโนมิเตอร์	1.464138			

