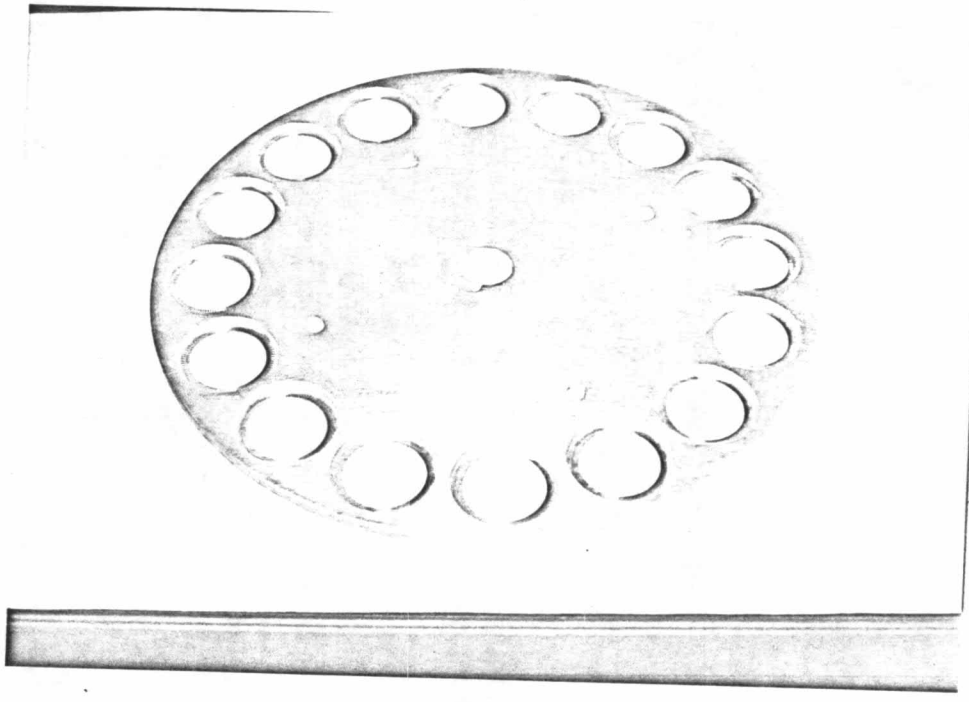
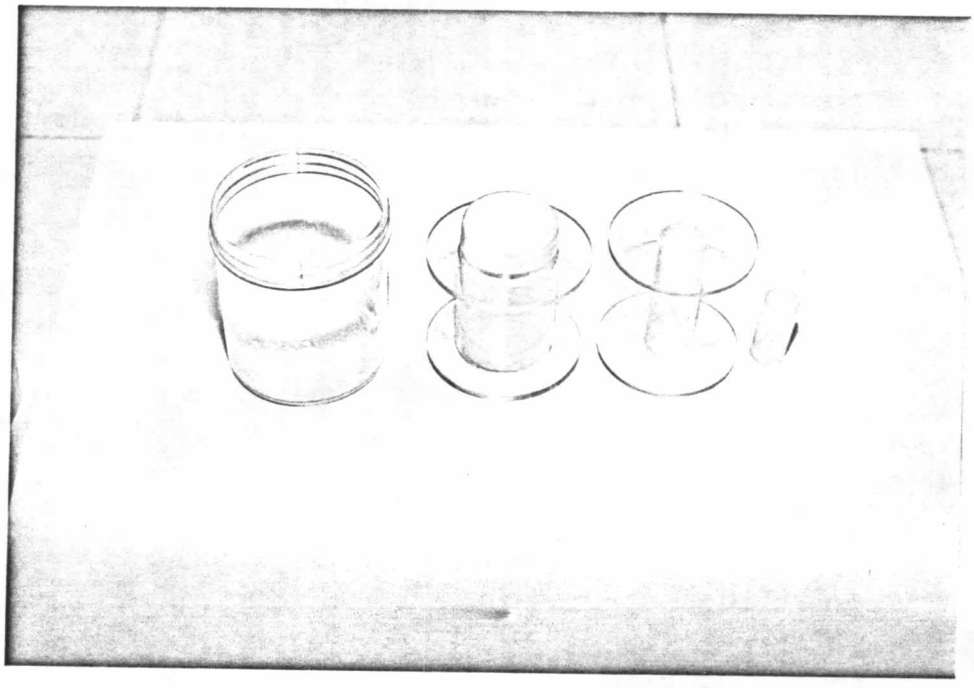
เอกสารอ้างอิง

1. สมชัย เถาสมบัติ, การพัฒนามือกลเอนกประสงค์สำหรับตู้ปฏิบัติรังสีสูง, 80 หน้า วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524
2. แสงโรจน์ ภวางษ์ศักดิ์, เครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์ด้วยต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นแบบสี่ไอโซโทป, 93 หน้า วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531
3. Alphatech Corporation, Auto Sampler (Model 23), เอกสารโฆษณา, 1988
4. Tenelec U.S.A. , Sample Changer Modes, เอกสารโฆษณา, 1988
5. Yoshizawa Kiko , Auto Sample Changer, เอกสารโฆษณา, 1988
6. อำพล ซื่อตรง, ไฮดรอลิก และนิวแมติกส์, 200 หน้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2527
7. Ramarch, J.R, Introduction to nuclear engineering 626 pp. 1975 Addison-Wesley Publishing Company Inc.

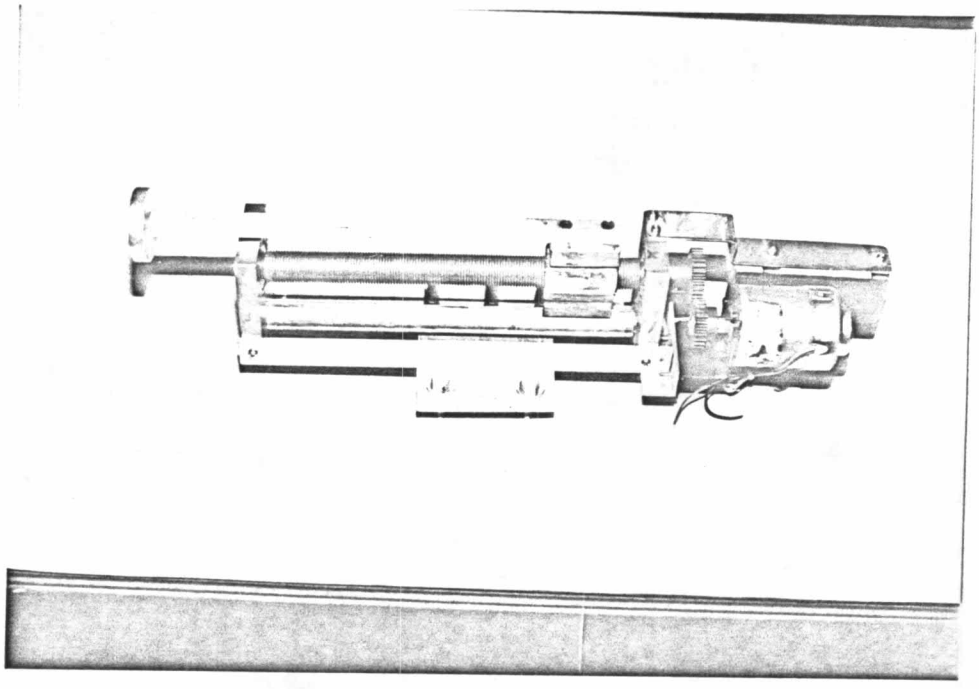
ภาคผนวก



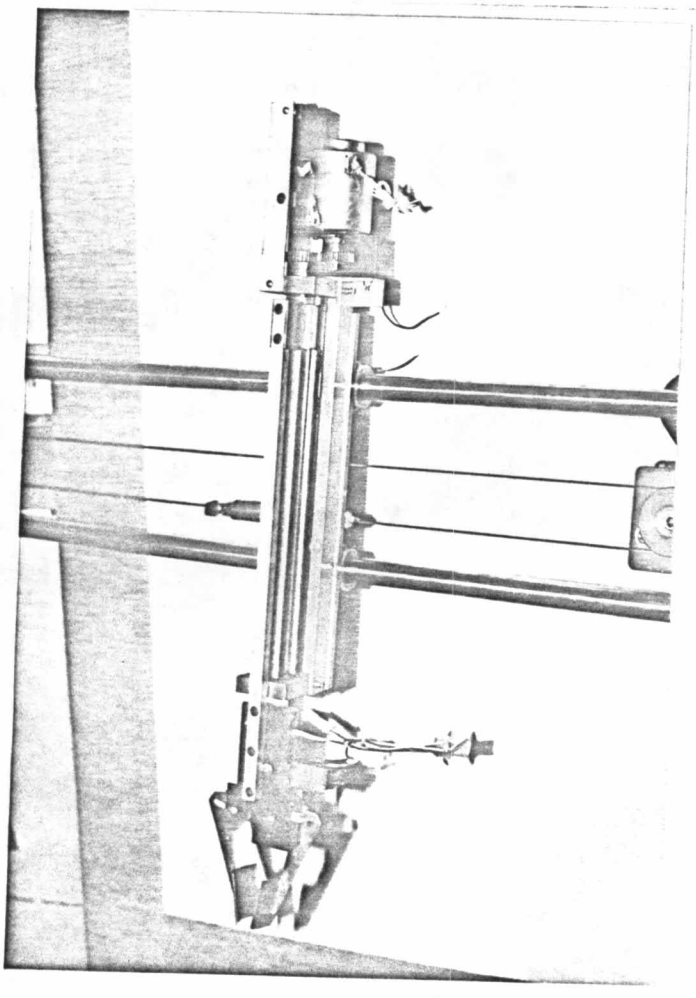
รูป ก. 1 จานเปลี่ยนตัวอย่าง



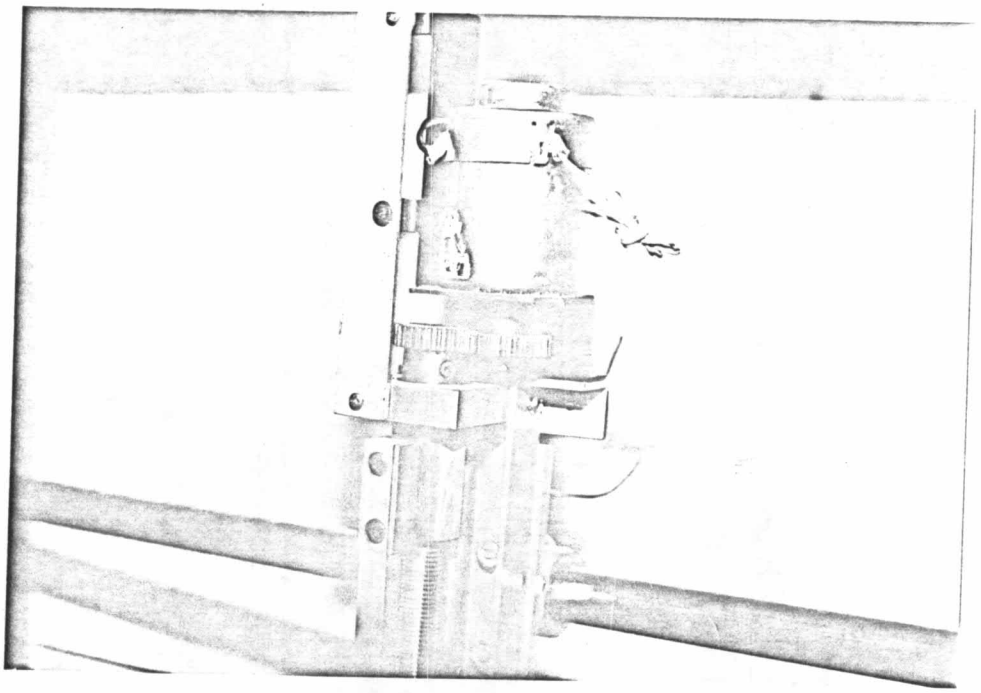
รูป ก. 2 ภาชนะบรรจุตัวอย่าง และอุปกรณ์บังคับตำแหน่ง



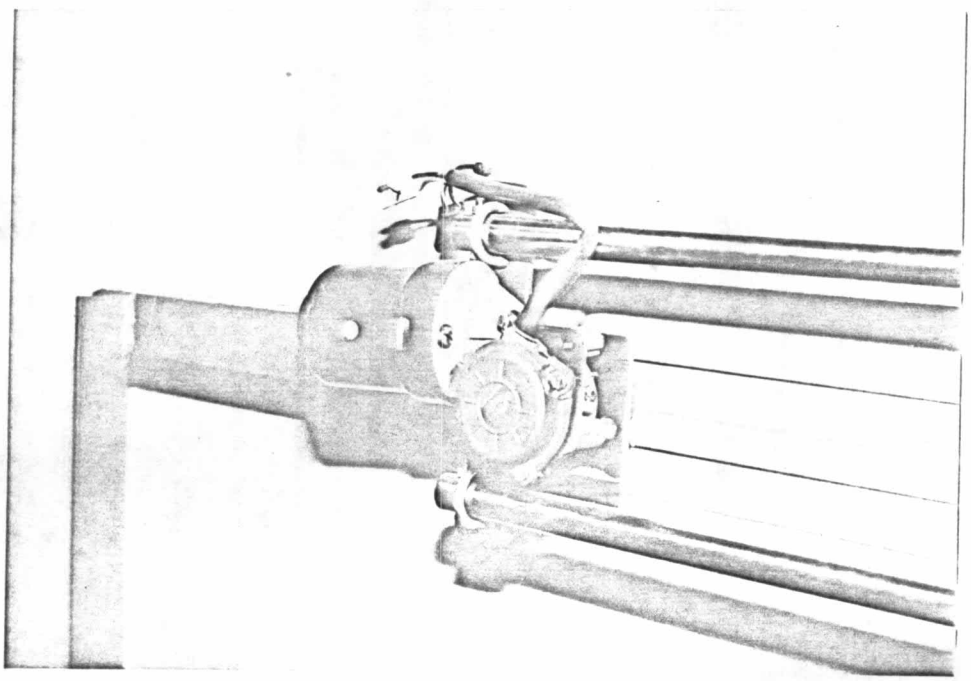
รูป ก. 3 ชุดขับเคลื่อนรับ-จ่ายตัวอย่าง



รูป ก.4 ชุดขับมือกล



รูป ก.5 มอเตอร์ขับมือกล



รูป ก.6 มอเตอร์ขับสายลวดสลิง

ภาคผนวก ข

ลักษณะพิกัดของเครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับระบบแกมมาสเปคโตรเมตรี

ข.1	ระบบเปิดปิดฝาถ้ำ	ระบบเพลาเกลียวเฟืองหนอน ขับเคลื่อนในแนวระนาบ ช่วงชัก 0.72 เมตร เวลา 3 วินาที มอเตอร์ขนาด 100 วัตต์
ข.2	ระบบนำส่งตัวอย่าง	มือกลจับขนาดภาชนะเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. น้ำหนักสูงสุด 100 กรัม ขนาดปากอ้ากว้าง 12 ซม. ขับเคลื่อนในแนวตั้งด้วยระบบเกลียวเฟืองหนอน ระบบนำส่งตัวอย่างแบบสายพานลวดสลิงขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 12 VDC ช่วงนำส่ง 1.00 เมตร
ข.3	ระบบรับจ่ายตัวอย่าง	ระบบจานหมุนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. สามารถบรรจุตัวอย่างได้ 16 ตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างน้ำหนัก 300 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. กำบังรังสีตะกั่วหนา 4 ซม. ระบบส่งตัวอย่างแบบเกลียวเฟืองหนอน ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 24 VDC ช่วงชัก 10 ซม.
ข.4	ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	สามารถนับจำนวนตัวอย่าง แสดงจำนวนตัวอย่างที่เหลือ ส่งสัญญาณเตือนเมื่อตัวอย่างหมด รับสัญญาณ เปลี่ยนตัวอย่างจาก MCA เป็นแบบ TTL positve pulse ส่งสัญญาณเริ่มวัดให้ MCA เป็นแบบ TTL positive pulse

ข.5	ระบบไฟฟ้า	220 VAC 50 Hz	
ข.6	สัดส่วนของเครื่อง		
	ระบบเปิดปิดฝาถ้ำ	493x720x490	
	ระบบนำส่งตัวอย่าง	20x1320x1900	
	ระบบรับจ่ายตัวอย่าง	600x600x490	130

ภาคผนวก ค

ค. 1 การคำนวณหาความหนาที่เหมาะสมของเกราะกำบังรังสี[7]

เนื่องจากตัวอย่างที่นำมาเตรียมวัดในจานบรรจุตัวอย่างให้ความแรงรังสีออกมาในรูปเอ็กซ์โปเชอร์เรท 4.5 mR/hr โดยสารที่ให้ออกมาโดยทั่วไปได้แก่ Na-24, Sr-85, Cs-137 โดย Na-24 เป็นธาตุที่ให้ความแรงรังสีแกมมาพลังงานสูง 2 ระดับที่พลังงาน 1.368 MeV และ 2.754 MeV ดังนั้นจึงพิจารณาป้องกันรังสีแกมมาพลังงานสูงซึ่งใช้เงื่อนไขความสัมพันธ์ของความหนาแน่นพลักซ์เป็นปฏิภาคผกผันกับระยะทางกำลังสอง

$$I_1 / I_2 = (R_2 / R_1)^2$$

โดย I_1 คือเอ็กซ์โปเชอร์เรทที่ระยะ R_1 เมตร

I_2 คือเอ็กซ์โปเชอร์เรทที่ระยะ R_2 เมตร

ตาราง ค.1 เปรียบเทียบเอ็กซ์โปเชอร์เรทที่ระยะต่าง ๆ ระหว่างหัววัดกับตัวอย่าง

ที่ระยะห่าง (เมตร)	เอ็กซ์โปเชอร์เรท (mR/hr)
0.05	4.50
0.10	1.13
0.20	0.28
0.50	0.05
1.00	0.01

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาความหนาของตะกั่วที่ใช้กำบังรังสี

$$I = Bp\ (ur)\ I_o\ e^{-ur}$$

โดย I = เอ็กซ์โปเชอร์เรทหลังจากผ่านตะกั่วหนา r ซม.

Bp = Buildup factor ของ Isotropic point source

I_o = เอ็กซ์โปเชอร์เรทตั้งต้น

u = mass attenuation coefficient ของตะกั่ว

The Mass Attenuation Coefficient (μ/ρ) for Several Materials, in cm^2/g *

Material	Gamma-Ray Energy, MeV																	
	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.25	1.5	2	3	4	5	6	8	10
H	.295	.265	.243	.212	.189	.173	.160	.140	.126	.113	.103	0876	.0691	.0579	.0502	.0446	.0371	.0321
Be	.132	.119	.109	.0945	.0847	0773	.0715	.0628	.0565	.0504	.0459	.0394	.0313	.0266	.0234	.0211	.0180	.0161
C	.149	.134	.122	.106	.0953	.0870	.0805	.0707	.0636	.0568	.0518	.0444	.0356	.0304	.0270	.0245	.0213	.0194
N	.150	.134	.123	.106	.0955	.0869	.0805	.0707	.0636	.0568	.0517	.0445	.0357	.0306	.0273	.0249	.0218	.0200
O	.151	.134	.123	.107	.0953	.0870	.0805	.0708	.0636	.0568	.0518	.0445	.0359	.0309	.0276	.0254	.0224	.0206
Na	.151	.130	.118	.102	.0912	.0833	.0770	.0676	.0608	.0546	.0496	.0427	.0348	.0303	.0274	.0254	.0229	.0215
Mg	.160	.135	.122	.106	.0944	.0860	.0795	.0699	.0627	.0560	.0512	.0442	.0360	.0315	.0286	.0266	.0242	.0228
Al	.161	.134	.120	.103	.0922	.0840	.0777	.0683	.0614	.0548	.0500	.0432	.0353	.0310	.0282	.0264	.0241	.0229
Si	.172	.139	.125	.107	.0954	.0869	.0802	.0706	.0635	.0567	.0517	.0447	.0367	.0323	.0296	.0277	.0254	.0243
P	.174	.137	.122	.104	.0928	.0846	.0780	.0685	.0617	.0551	.0502	.0436	.0358	.0316	.0290	.0273	.0252	.0242
S	.188	.144	.127	.108	.0958	.0874	.0806	.0707	.0635	.0568	.0519	.0448	.0371	.0328	.0302	.0284	.0266	.0255
Ar	.188	.135	.117	.0977	.0867	.0790	.0730	.0638	.0573	.0512	.0468	.0407	.0338	.0301	.0279	.0266	.0248	.0241
K	.215	.149	.127	.106	.0938	.0852	.0786	.0689	.0618	.0552	.0505	.0438	.0365	0327	.0305	.0289	.0274	.0267
Ca	.238	.158	.132	.109	.0965	.0876	.0809	.0708	.0634	.0566	.0518	.0451	.0376	.0338	.0316	.0302	.0285	.0280
Fe	.344	.183	.138	.106	.0919	.0828	.0762	.0664	.0595	.0531	.0485	.0424	.0361	.0330	.0313	.0304	.0295	.0294
Cu	.427	.206	.147	.108	.0916	.0820	.0751	.0654	.0585	.0521	.0476	.0418	.0357	.0330	.0316	.0308	.0303	.0305
Mo	1.03	.389	.225	.130	.0958	.0851	.0761	.0648	.0575	.0510	.0467	.0414	.0365	.0349	.0344	.0344	.0349	.0359
Sn	1.58	.563	.303	.153	.109	.0886	.0776	.0647	.0568	.0501	.0459	.0408	.0367	.0355	.0355	.0358	.0368	.0383
I	1.83	.648	.339	.165	.114	.0913	.0792	.0653	.0571	.0502	.0460	.0409	.0370	.0360	.0361	.0365	.0377	.0394
W	4.21	1.44	.708	.293	.174	.125	.101	.0763	.0640	.0544	.0492	.0437	.0405	.0402	.0409	.0418	.0438	.0465
Pt	4.75	1.64	.795	.324	.191	.135	.107	.0809	.0659	.0554	.0501	.0445	.0414	.0411	.0418	.0427	.0448	.0477
Tl	5.16	1.80	.866	.346	.204	.143	.112	.0824	.0675	.0563	.0508	.0452	.0420	.0416	.0423	.0433	.0454	.0484
Pb	5.29	1.84	.896	.356	.208	.145	.114	.0836	.0684	.0569	.0512	.0457	.0421	.0420	.0426	.0436	.0459	.0489
U	10.60	3.42	1.17	.452	.259	.176	.136	.0952	.0757	.0615	.0548	.0484	.0445	.0440	.0446	.0455	.0479	.0511
Air	.151	.134	.123	.106	.0953	.0868	.0804	.0706	.0655	.0567	.0517	.0445	.0357	.0307	.0274	.0250	.0220	.0202
NaI	1.57	.568	.305	.155	.111	.0901	.0789	.0657	.0577	.0508	.0465	.0412	.0367	.0351	.0347	.0347	.0354	.0366
H_2O	.167	.149	.136	.118	.106	0966	.0896	.0786	.0706	.0630	.0575	.0493	.0396	.0339	.0301	.0275	.0240	.0219
Concrete	.169	.139	.124	.107	.0954	.0870	0804	.0706	.0635	.0567	.0517	.0445	.0363	.0317	.0287	.0268	.0243	.0229
Tissue	.163	.144	.132	.115	.100	.0936	.0867	.0761	.0683	.0600	.0556	.0478	.0384	.0329	.0292	.0267	.0233	.0212

* From L. V. Templin, editor, *Reactor Physics Constants*, ANL-5800, 2nd ed., 1963; based on G. W. Grodstein, National Bureau of Standards Circular 583, 1957.

จากตาราง ที่ระดับพลังงาน 2.754 MeV ของ Na-24 ค่า mass attenuation coefficient ของตะกั่ว = (0.0429*11.34) = 0.486 $ซม.^{-1}$

Exposure Buildup Factor for Isotropic Point Source*

Material	E_0, MeV	$\mu_0 r$						
		1	2	4	7	10	15	20
Tungsten	0.5	1.28	1.50	1.84	2.24	2.61	3.12	
	1.0	1.44	1.83	2.57	3.62	4.64	6.25	(7.35)
	2.0	1.42	1.85	2.72	4.09	5.27	8.07	(10.6)
	3.0	1.36	1.74	2.59	4.00	5.92	9.66	14.1
	4.0	1.29	1.62	2.41	4.03	6.27	12.0	20.9
	6.0	1.20	1.43	2.07	3.60	6.29	15.7	36.3
	8.0	1.14	1.32	1.81	3.05	5.40	15.2	41.9
	10.0	1.11	1.25	1.64	2.62	4.65	14.0	39.3
Lead	0.5	1.24	1.42	1.69	2.00	2.27	2.65	(2.73)
	1.0	1.37	1.69	2.26	3.02	3.74	4.81	5.86
	2.0	1.39	1.76	2.51	3.66	4.84	6.87	9.00
	3.0	1.34	1.68	2.43	3.75	5.30	8.44	12.3
	4.0	1.27	1.56	2.25	3.61	5.44	9.80	16.3
	5.1	1.21	1.46	2.08	3.44	5.55	11.7	23.6
	6.0	1.18	1.40	1.97	3.34	5.69	13.8	32.7
	8.0	1.14	1.30	1.74	2.89	5.07	14.1	44.6
	10.0	1.11	1.23	1.58	2.52	4.34	12.5	39.2

จากตาราง Exposure Buildup Factor สำหรับ Isotropic Point Source ของตะกั่วที่ระดับพลังงาน 2.754 MeV

ตาราง ค.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง μr กับ Exposure Rate

μr	Bp	Exposure Rate (mR/hr)
1	1.35	2.24
2	1.70	1.03
4	2.44	0.20
7	3.72	0.02
10	5.19	0.001

จากตารางนี้นำไปเขียนกราฟ semi-log เพื่อหาค่าความหนาของตะกั่วพบว่าความหนา 4 ซม. มีค่าเอ็กซ์โปเชอร์เรทประมาณ 1 mR/hr จากค่าดังกล่าวจึงพิจารณาเป็นความหนาของตะกั่วที่จะใช้กำบังรังสี

ค. 2 ผลการทดสอบ

เมื่อสร้างเกราะกำบังรังสีด้วยตะกั่ว จากความหนาที่คำนวณได้ จึงนำไปทดสอบตามสภาพ ดังนี้

1. วัดค่า back ground ที่รบกวนหัววัดรังสีขณะอยู่ในถ้ำเดิม

2. วัดค่า Count rate ผลการรบกวนของรังสีแกมมาจากตัวอย่าง ขณะไม่มีกำบังรังสี ซึ่งนำมาวางเตรียมพร้อมที่จะวัดห่างจากหัววัดเป็นระยะ 1 เมตร โดยตัวอย่างมีความแรงรังสีขนาดเอ็กซ์โปเชอร์เรท 4.5 mR/hr

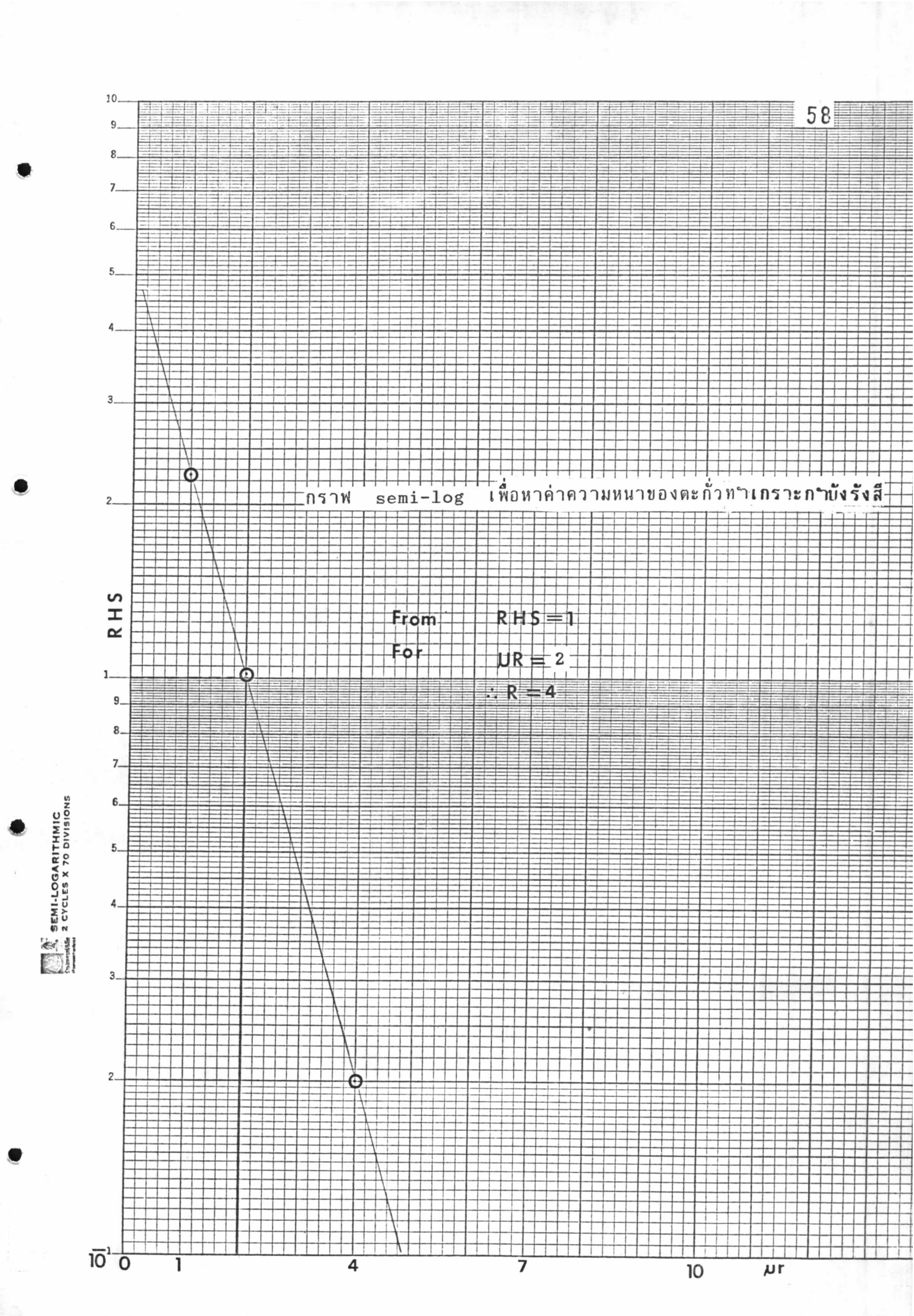
3. วัดค่า Count rate เมื่อวางตัวอย่างความแรงรังสีเอ็กซ์โป-เชอร์เรท 4.5 mR/hr ในเกราะกำบังรังสีตะกั่วหนา 4 ซม. ห่างจากหัววัดเป็นระยะ 1 เมตร, 0.5 เมตร และชิดผนังถ้ำกำบังรังสีหัววัด ตามลำดับ

4. นำค่า ปริมาณนับรังสีในเวลา 30 นาที ที่พลังงานเฉพาะธาตุที่ทำการวัดมาเปรียบเทียบ เพื่อพิจารณาผลการรบกวนของรังสีแกมมาจากตัวอย่างที่นำมาวางเตรียมวัดจะได้ผลดังตาราง ค.3

ตาราง ค.3 ผลการรบกวนของรังสีแกมมาจากตัวอย่างที่นำมาวางเตรียมวัด

ธาตุ	ระดับพลังงาน (MeV)	BKG Count rate	ปริมาณนับรังสีที่พลังงานเฉพาะตัว			
			SAMPLE Without Shield at 1m	SAMPLE With Shield at 1m	SAMPLE With Shield at 0.5 m	SAMPLE With Shield at Surface
K-40	1.462	422	411	411	394	433
Cs-137	0.662	253	346	135	298	364
Co-60	1.332	44	115	35	66	138
Na-24	1.366	22	117	35	52	182
	2.752	1	57	11	34	130

จากตารางนี้จะเห็นได้ว่าการรบกวนของรังสีจากตัวอย่างไปยังหัววัดรังสีมีผลน้อยมากเมื่อนำตัวอย่างวางในเกราะกำบังรังสี ตะกั่ว ห่างจากหัววัดเป็นระยะ 1 เมตร

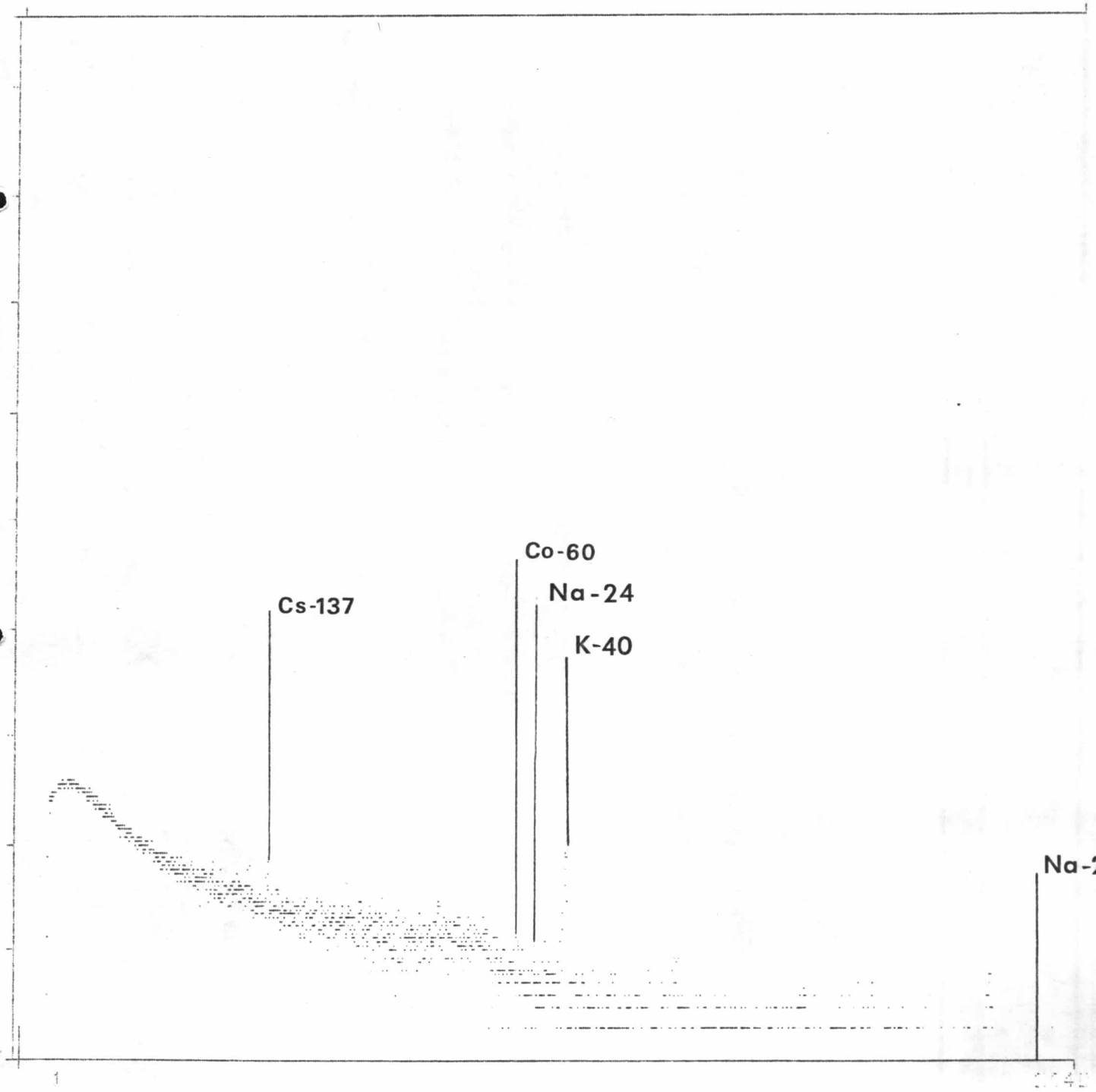

กราฟ semi-log เพื่อหาค่าความหนาของตะกั่วที่เกราะกำบังรังสี
From RHS = 1
For μR = 2
∴ R = 4
RHS
μr
0
1
4
7
10
SEMI-LOGARITHMIC
2 CYCLES X 70 DIVISIONS

ACQGRP	1			14:59:39
KEV	1,393	ZERO	-2.428	1-1:20:47
TOTAL	0		0	
LIVE	0:30:00		0:30:00	
REAL	0:00:00		0:30:00	

BACKGROUND

BACKGROUND

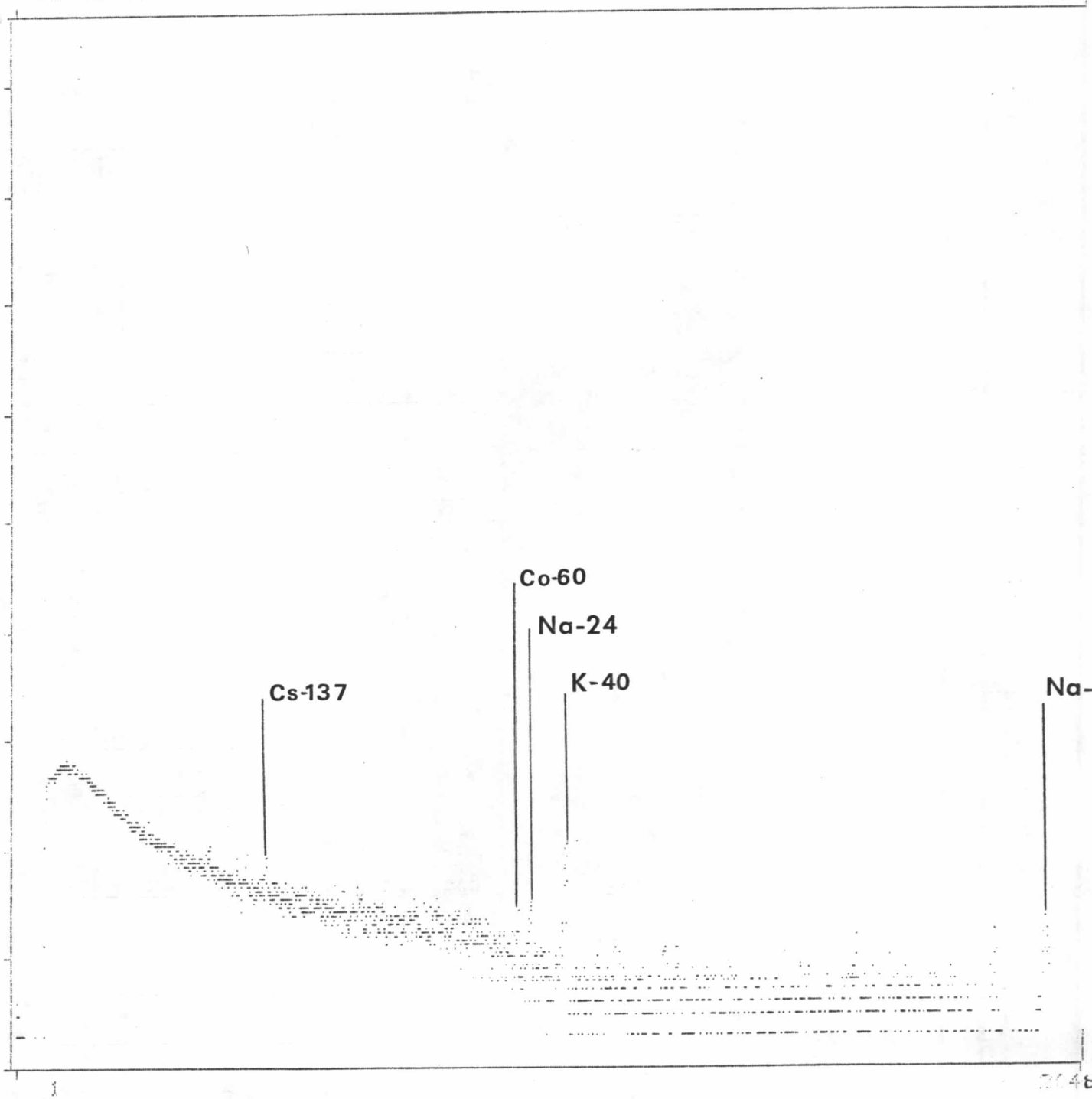
14:59:42 SP= 1 OV= 1 ACQ OFF DT= LOG DD= [illegible]



ACQGRP	1		PRESET	ELAPSED
GROUPS	1	TOTAL		
CHANS	2048	LIVE	0:30:00	0:30:00
DOFF	0	REAL	[illegible]	[illegible]

SAMPLE WITHOUT SHIELD DISTANCE 1 M

15:49:41 SP= 1 DV= 1 ACQ OFF DT= LOG

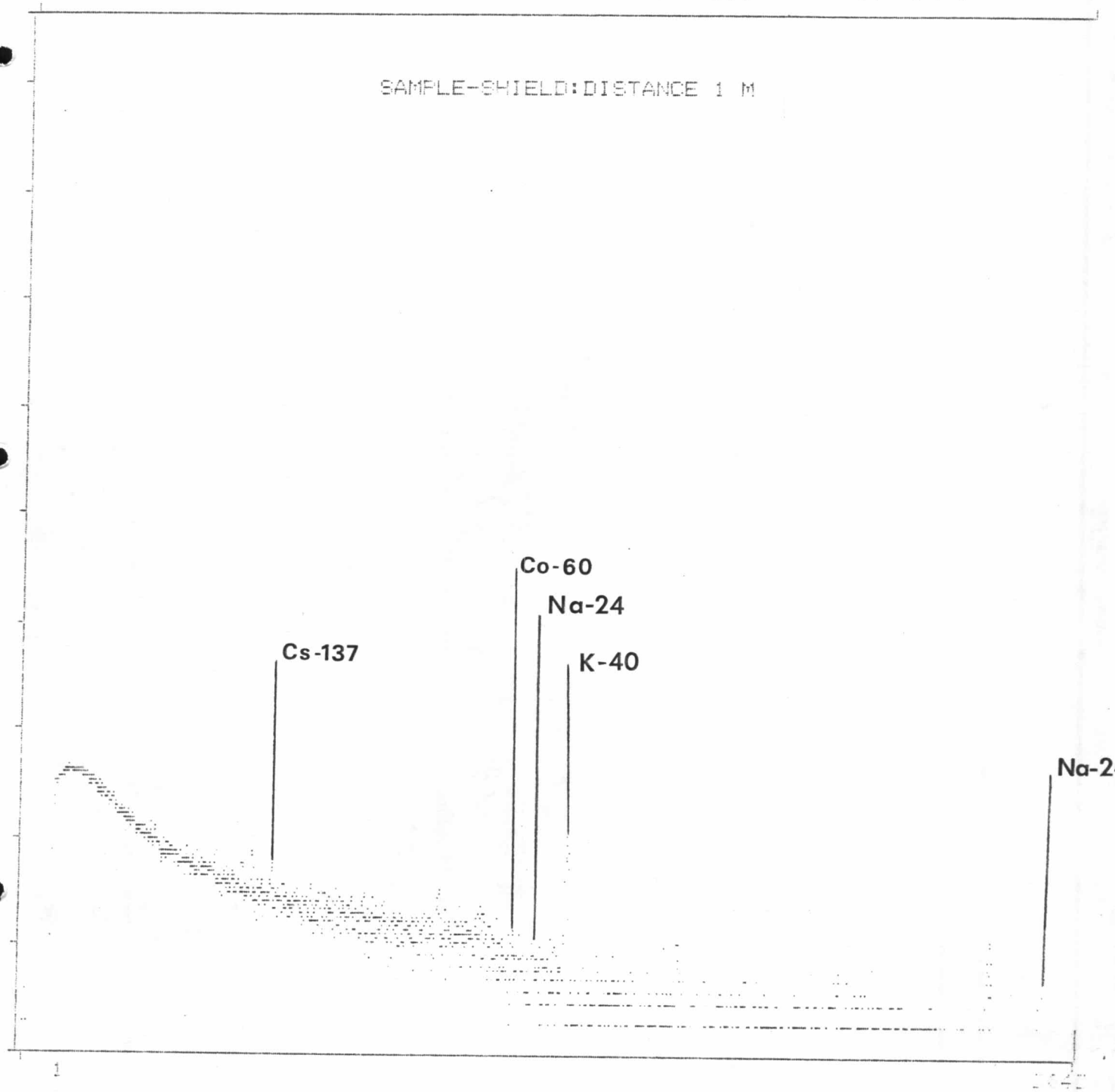


			PRESET	ELAPSED
ACQGRP	1			
GROUPS	1	TOTAL	0	
CHANS	2048	LIVE	0:30:00	0:30:00
DOFF	0	REAL	0:31:01	0:31:01
TOTAL	0			
NET	0	KEV/CH	1.393	
BGRND	0	ZERO	-3.420	
LMARK	2048	RMARK	2048	
LE EN	2850.295	RI EN	2850.295	

ACQ START TIME 15:18:04

16:34:3[illegible] BF= 1 DV= 1 ADC OFF DF= LOG SS= [illegible]

SAMPLE-SHIELD:DISTANCE 1 M



			PRESET	ELAPSED
ACQGRP	1			
GROUPS	1	TOTAL	[illegible]	
CHANS	2048	LIVE	0:30:00	0:30:00
DOFF	0	REAL	0:00:00	[illegible]
TOTAL	0			
NET	0	KEV/CH	1.393	
BGRND	0	ZERO	-2.42[illegible]	
LMARK	2048	RMARK	2048	
LE EN	2850.39[illegible]	FU EN	[illegible]	

ACQ START TIME 16:04:19

ACQGRP 1 15:07:58
KEV 1.393 ZERO -2.428 14:28:49
TOTAL 0
LIVE 0:30:00
REAL 0:00
BACKGROUND

	460:	34	36	29	26	20	30	22	17	30
Cs-137	469:	23	28	28	32	29	20	50	42	70
	478:	54	37	24	30	21	22	22	27	35
	487:	25	26	25	21	25	37	25	24	25
	937:	10	7	7	5	6	5	5	5	9
	946:	2	7	3	7	1	1	1	1	1
Co-60	955:	6	7	5	4	14	10	11	3	12
	964:	6	4	6	1	3	2	3	1	5
	973:	4	7	4	2	5	4	2	1	4
	982:	5	4	5	3	4	5	4	1	1
Na-24	991:	7	11	9	6	5	4	5	3	11
	1000:	3	6	5	6	4	7	5	4	1
	1036:	9	2	5	3	1	12	1	5	1
K-40	1045:	2	16	23	41	62	78	87	94	89
	1054:	74	29	8	2	1	2	1	1	1
	1063:	3	3	5	0	2	1	0	1	5
	1963:	1	1	0	0	1	0	0	0	1
Na-24	1972:	0	1	0	0	2	0	0	0	1
	1981:	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	1990:	0	1	0	0	0	0	0	0	0

SAMPLE Without Shield at 1m

ACQGRP 1 15:48:26
KEV 1.393 ZERO -2.420
TOTAL 0 0
LIVE 0:30:00 0:30:00
REAL 0:00:00 0:30:01

SAMPLE WITHOUT SHIELD DISTANCE 1 M

Cs-137	460:	51	44	43	42	41	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	469:	37	56	41	39	34	55	60	21	35
	478:	72	51	47	41	33	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	487:	40	36	37	50	49	48	44	37	34
Co-60	937:	9	7	11	14	10	10	11	13	10
	946:	13	14	17	[illegible]	13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	955:	10	14	17	15	30	27	26	18	7
	964:	7	10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Na-24	973:	6	10	4	9	9	14	11	4	13
	982:	18	20	[illegible]	28	25	21	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	991:	8	10	13	10	4	10	11	8	6
K-40	1000:	8	5	[illegible]	4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	1009:	10	6	11	8	11	7	8	4	8
	1018:	7	[illegible]	11	4	[illegible]	6	4	[illegible]	[illegible]
	1027:	4	6	6	6	4	8	5	7	10
	1036:	6	9	[illegible]	[illegible]	9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	1045:	10	17	20	44	67	73	99	104	86
	1054:	49	31	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Na-24	1963:	3	2	3	0	4	1	0	3	4
	1972:	10	[illegible]	12	[illegible]	7	7	22	11	10
	1981:	18	15	10	11	8	1	0	0	0
	1990:	0	[illegible]	0	0	[illegible]	0	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	1999:	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ACQGRP 1 16:37:41
KEV 1.393 ZERO -2.428 16:04:19
TOTAL 0 0
LIVE 0:30:00 0:30:00
REAL 0:00:00 0:30:00
SAMPLE-SHIELD:DISTANCE 1 M

	460:	28	32	32	19	32	32	25	27	27
Cs-137	469:	29	33	32	28	32	38	43	52	45
	478:	51	36	29	26	34	28	28	21	29
	487:	22	19	30	27	34	31	31	26	30
	937:	1	6	5	8	9	4	14	11	9
	946:	5	3	13	15	10	9	2	7	7
Co-60	955:	9	9	9	6	6	8	4	13	4
	964:	6	6	6	8	9	6	7	9	7
	973:	4	7	5	3	8	6	4	1	1
Na-24	982:	3	4	5	11	8	7	9	7	7
	991:	12	8	7	6	5	8	8	6	8
	1000:	6	10	7	4	3	1	5	7	7
	1009:	8	2	7	7	7	1	5	8	7
	1018:	3	6	4	3	3	10	4	7	7
	1027:	5	4	10	5	4	9	3	2	6
	1036:	6	7	4	5	7	4	6	7	6
K-40	1045:	11	13	40	65	70	109	88	79	86
	1054:	19	2	1	2	1	7	3	4	7
	1063:	5	1	2	3	2	1	5	3	3
	1963:	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	1972:	2	1	1	0	1	1	1	1	1
Na-24	1981:	1	4	0	0	0	0	0	0	0
	1990:	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1999:	0	1	0	0	0	0	0	0	0

ACQGRP 1 17:04:47
KEV 1.393 ZERO -2.428 16:49:43
TOTAL 0 0
LIVE 0:30:00 0:30:00
REAL 0:00:00 0:30:00
SAMPLE-SHIELD:DISTANCE 0.5 M

Cs-137	460:	21	21	32	36	33	41	31	31	37
	469:	38	49	36	43	44	48	74	48	54
	478:	47	44	37	15	25	30	31	31	32
	487:	32	35	36	27	36	31	28	34	35
Co-60	937:	10	13	9	8	12	12	6	15	13
	946:	6	3	7	12	13	12	5	7	13
	955:	3	10	12	19	15	10	10	7	15
	964:	5	10	6	5	2	5	4	4	7
Na-24	973:	5	7	10	0	4	5	3	6	11
	982:	12	12	5	11	11	10	3	10	11
K-40	991:	8	7	12	7	12	4	3	2	7
	1000:	3	0	6	4	3	5	11	3	5
	1009:	7	3	7	6	8	6	0	3	13
	1018:	1	2	11	1	2	10	1	5	4
	1027:	3	5	3	5	6	6	3	3	3
	1036:	5	4	5	0	11	4	7	4	4
	1045:	19	23	43	70	78	85	97	99	45
	1054:	10	7	4	5	3	5	1	5	5
	1063:	4	3	3	4	4	2	3	5	3
Na-24	1963:	1	0	0	1	1	1	0	2	4
	1972:	7	4	5	1	1	2	1	4	1
	1981:	4	7	1	0	0	0	0	0	0
	1990:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1999:	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SAMPLE

With

Shield

at Surface

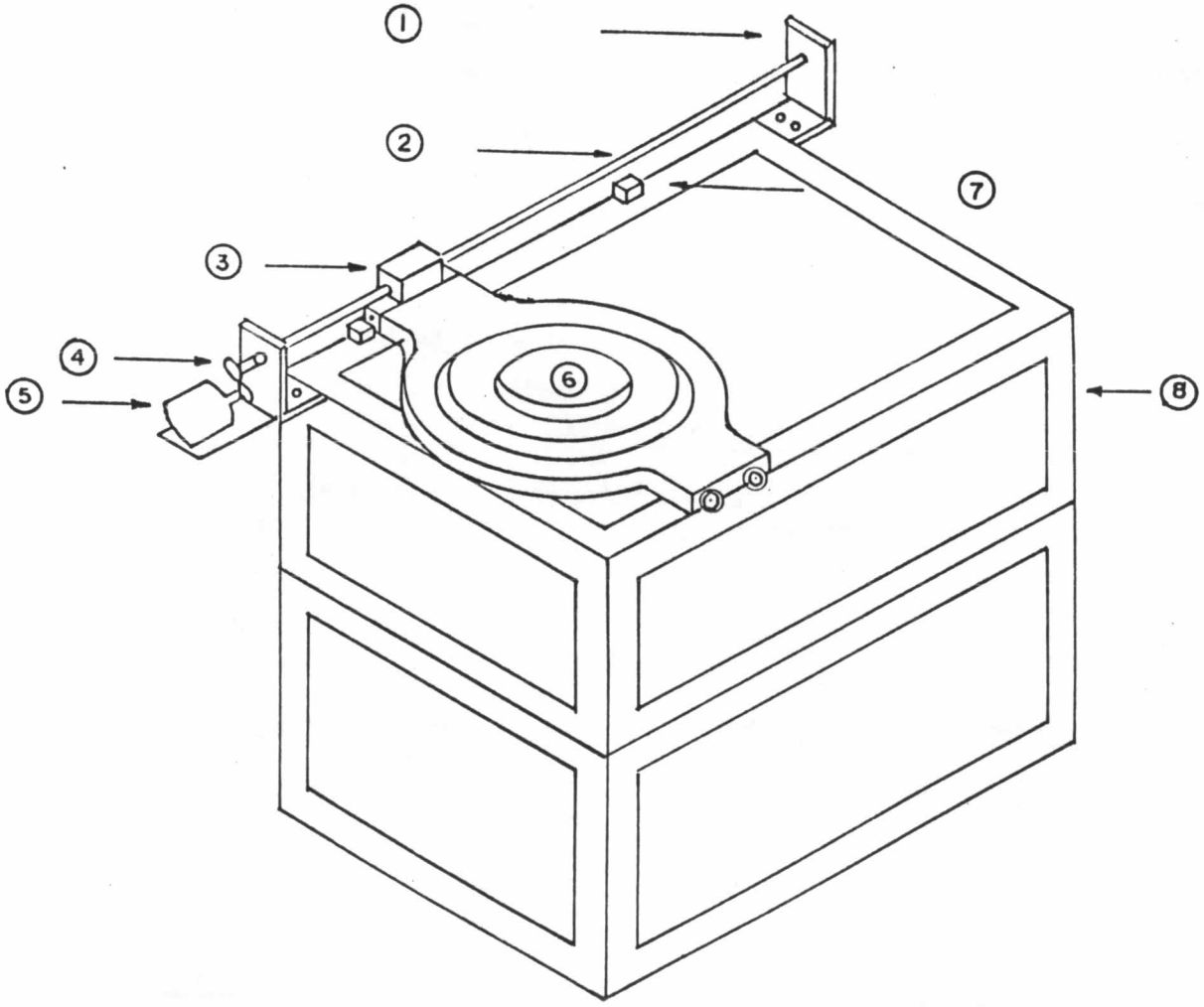
TOTAL	0				
NET	0		KEV/CH	1.393	
BGRND	0		ZERO	-2.421	
LMARK	1985		RMARK	1985	
LE EN	2762.541		RI EN	2715.54	

ACQ START TIME 17:34:46

	460:	57	58	61	67	65	58	64	77	71
Cs-137	469:	63	57	56	77	57	60	65	104	78
	478:	55	50	53	63	64	56	57	61	57
	487:	58	44	59	58	51	55	55	58	49
	937:	8	19	18	14	7	23	25	21	27
	946:	15	11	17	15	17	16	17	15	11
Co-60	955:	26	33	27	27	38	28	19	12	13
	964:	14	17	5	13	11	11	10	14	12
	973:	9	13	16	18	12	24	13	16	19
Na-24	982:	37	22	42	38	33	12	17	11	11
	991:	15	13	9	9	10	19	15	13	17
	1000:	9	6	8	17	12	7	11	17	10
	1009:	15	10	15	14	16	13	10	11	13
	1018:	7	13	15	14	7	11	12	15	9
	1027:	12	11	10	9	9	15	14	12	12
K-40	1036:	12	11	10	15	15	16	17	17	10
	1045:	36	42	54	102	89	93	117	92	42
	1054:	11	4	17	7	7	13	8	18	8
	1963:	1	3	5	2	2	5	3	4	10
	1972:	12	23	25	13	21	25	26	37	23
Na-24	1981:	29	19	3	1	0	0	0	0	0
	1990:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1999:	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวก ง

ระบบเปิดปิดฝาถ้ำกำบังรังสี



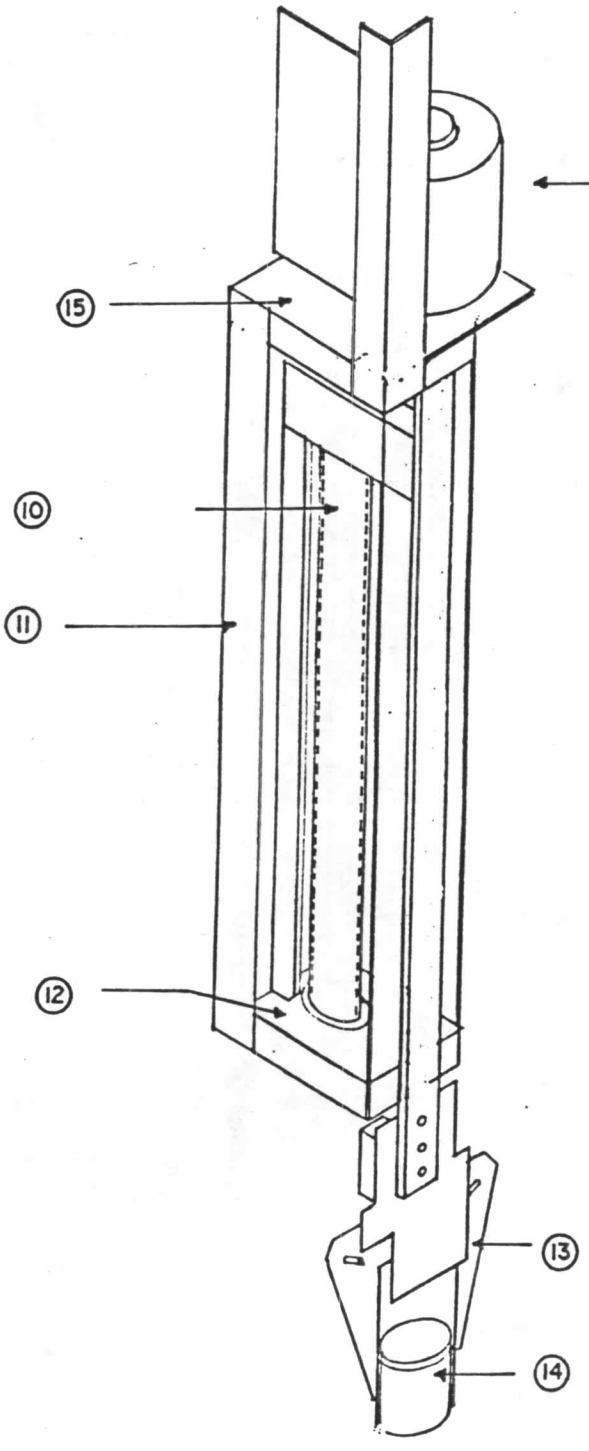
1. เบ้าตลับลูกปืน
2. เพลาเกลียวหนอน
3. แท่งนำทาง
4. เฟืองทดรอบ
5. มอเตอร์
6. ฝาถ้ำกำบังรังสี
7. สวิตช์ไมโคร
8. โครง

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

British Made

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

ระบบนำส่งตัวอย่าง

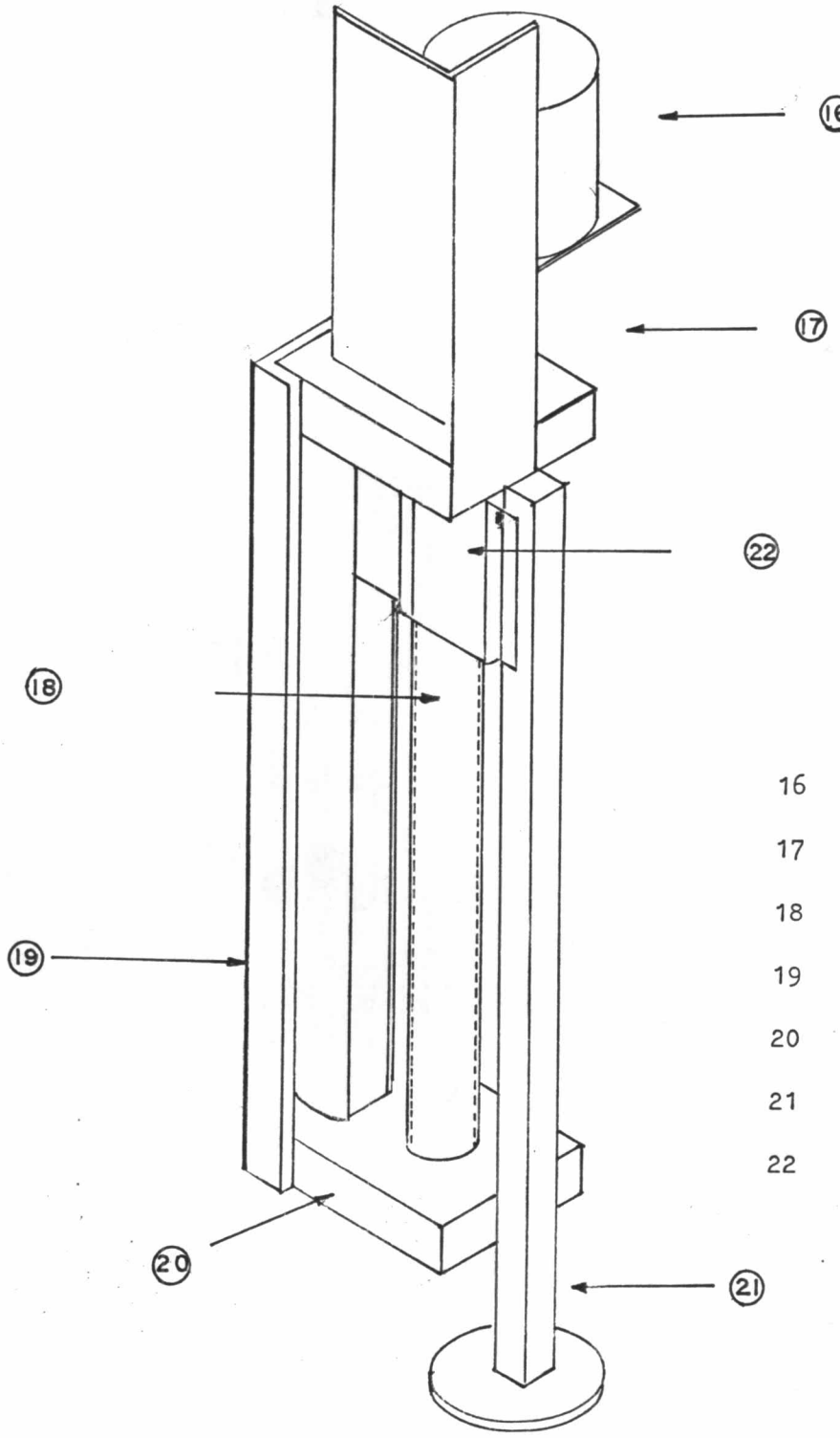


9. มอเตอร์
10 เพลาเกลียวหนอน
11 โครง
12 เป้าตลับลูกปืน
13 มือกด
14 ตัวอย่าง
15 เฟืองทดรอบ

British Mark

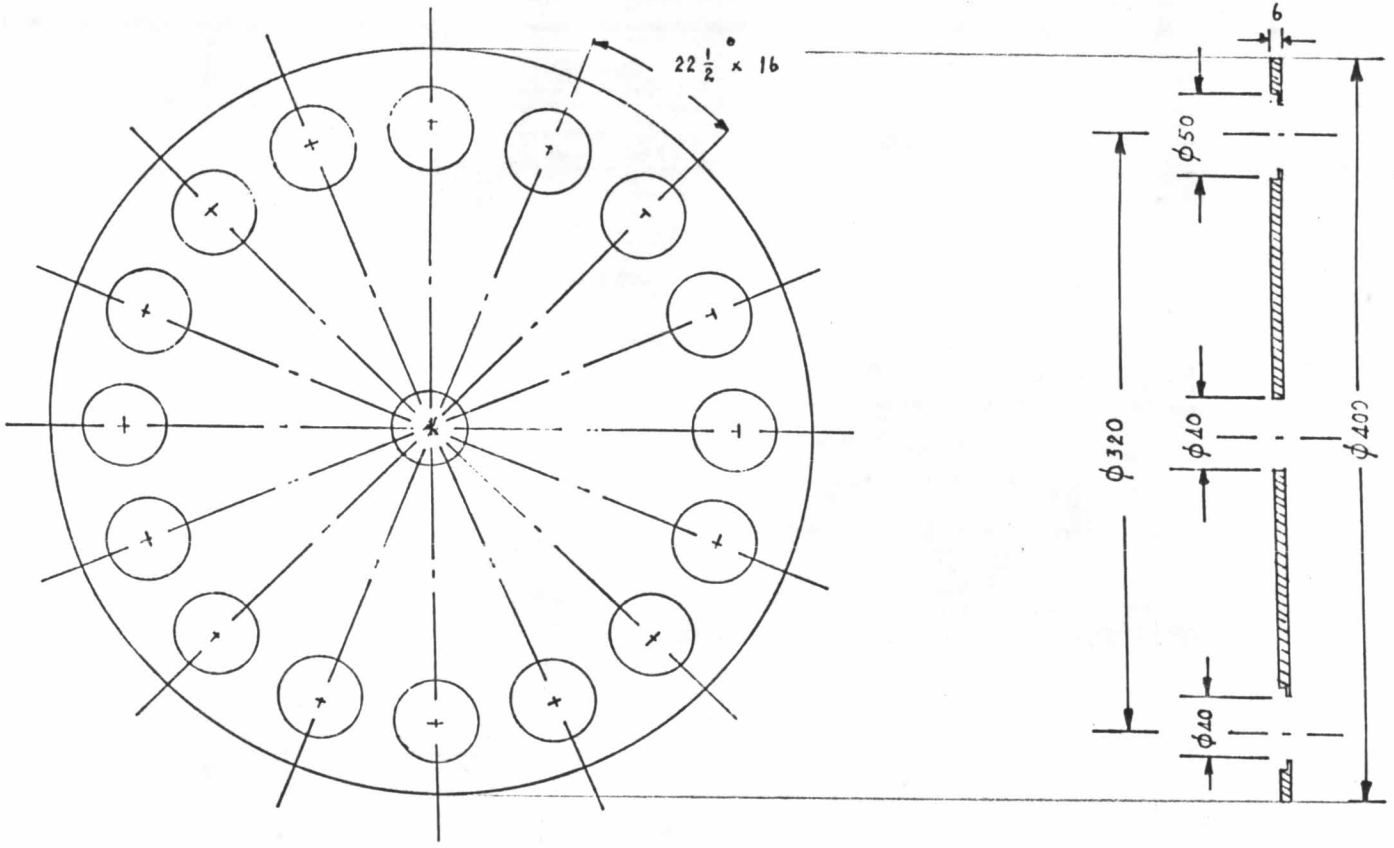
GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

ระบบรับจ่ายตัวอย่าง



16 มอเตอร์
17 เฟืองทดรอบ
18 เพลาเกลียวหนอน
19 โครง
20 เบ้าตลับลูกปืน
21 แท่งรับจ่ายตัวอย่าง
22 แท่งนำทาง

British Made



	จานใส่ตัวอย่าง	1	Al	ϕ400×6	
ITEM	NAME OF PARTS	QTY	MAT	SIZE	REMARK

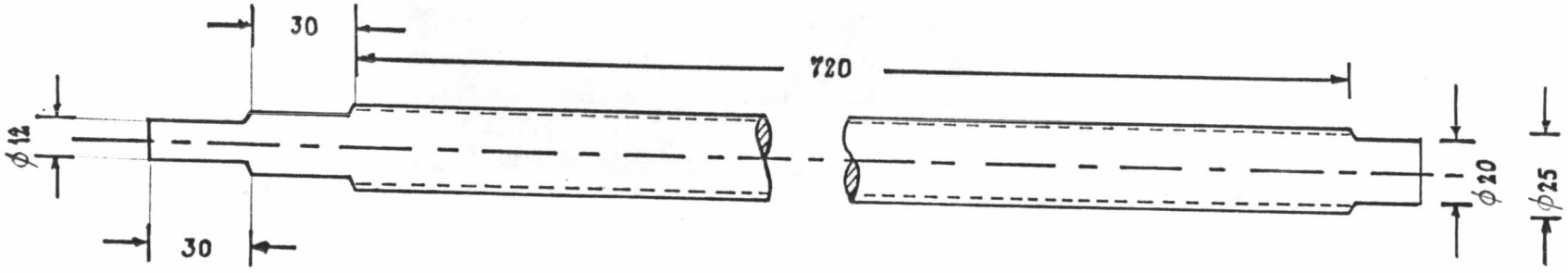
TITLE: เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับระบบแกมมาสเปคโตรเมตรี

AN AUTOMATIC SAMPLE CHANGER FOR GAMMA SPECTROMETRY

DWN		11/8/32	SCALE 1:4
CKD			DRAWING NO. 001
	NAME	DATE	

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

British Made



ITEM	NAME OF PARTS	QTY	MAT	SIZE	REMARK
	เพลาเกลียวหนอน	1		ϕ25×795	

TITLE: เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับระบบแกมมาสเปคโตรเมตรี

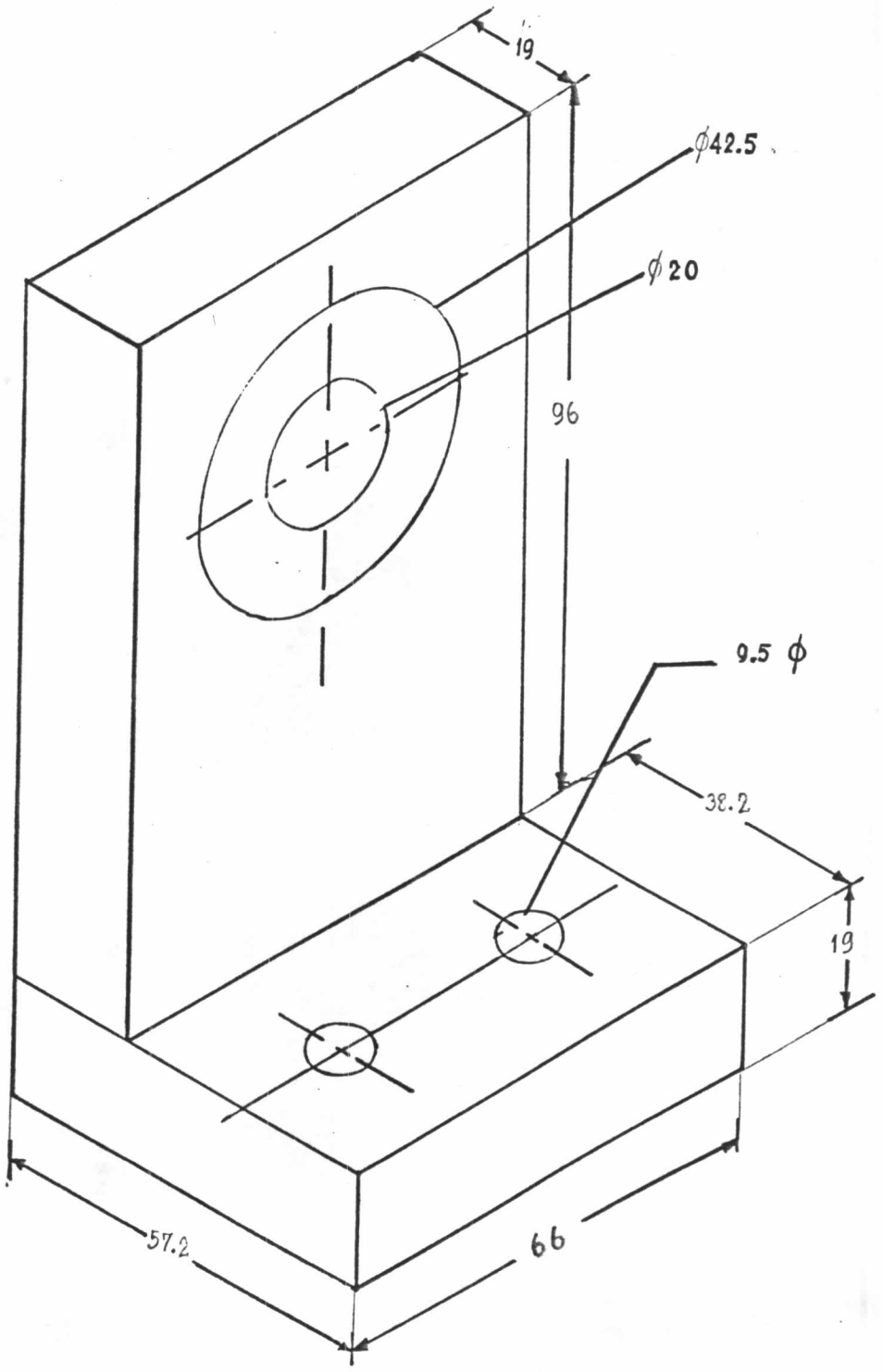
AN AUTOMATIC SAMPLE CHANGER FOR GAMMA SPECTROMETRY

DWN		5/12/32	SCALE 1:5
CKD			DRAWING NO. 002
	NAME	DATE	

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

British Made

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

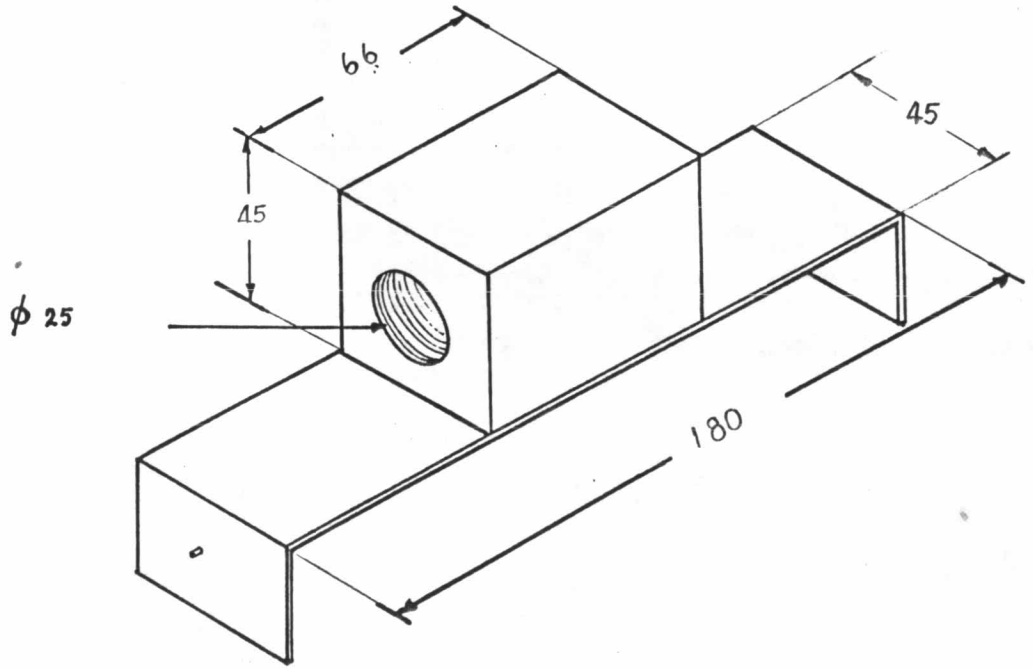


	เบ้าตลับลูกปืน	2		57.2×115×19	
ITEM	NAME OF PARTS	QTY	MAT	SIZE	REMARK

TITLE: เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับระบบแกมมาสเปคโตรเมตรี

AN AUTOMATIC SAMPLE CHANGER FOR GAMMA SPECTROMETRY

DWN	[signature]	5/12/32	SCALE 1:1
CKD	[signature]		DRAWING NO. 003
	NAME	DATE	



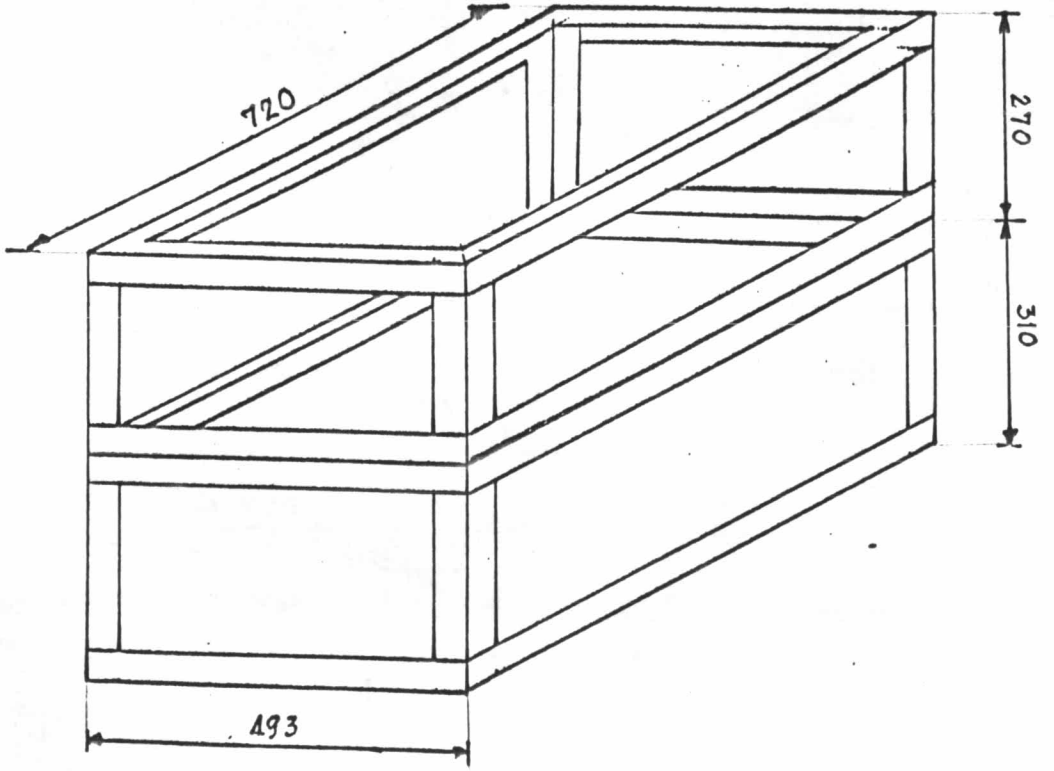
	แท่งนำทาง	1		45×45×180	
ITEM	NAME OF PARTS	QTY	MAT	SIZE	REMARK

TITLE: เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับระบบแกมมาสเปคโตรเมตรี
AN AUTOMATIC SAMPLE CHANGER FOR GAMMA SPECTROMETRY

DWN		5/12/32	SCALE	1:2
CKD			DRAWING NO.	004
	NAME	DATE		

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

British Made

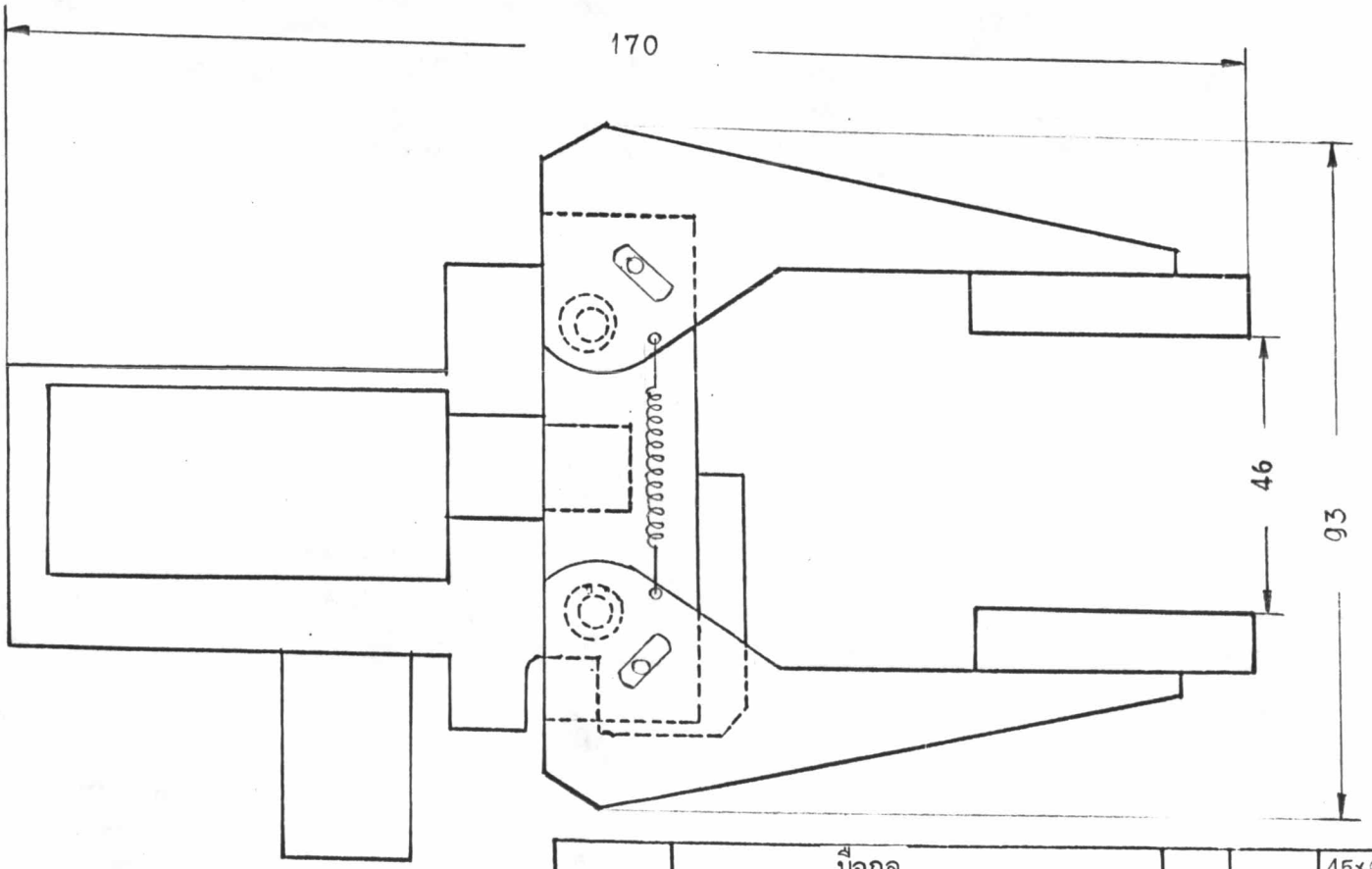


	โครง			580×493×720	
ITEM	NAME OF PARTS	QTY	MAT	SIZE	REMARK

TITLE: เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับระบบแกมมาสเปคโตรเมตรี

AN AUTOMATIC SAMPLE CHANGER FOR GAMMA SPECTROMETRY

DWN		5/12/32	SCALE 1:10
CKD			DRAWING NO. 005



	มือกล			45×93×170	
ITEM	NAME OF PARTS	QTY	MAT	SIZE	REMARK

TITLE: เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับระบบแกมมาสเปคโตรเมตรี
AN AUTOMATIC SAMPLE CHANGER FOR GAMMA SPECTROMETRY

DWN		5/12/32	SCALE 1:1
CKD			DRAWING NO. 006
	NAME	DATE	

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

ประวัติผู้เขียน

นาย ดนัย ลิสวัสดิรัตนากุล เกิดเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2501 สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาบัณฑิตจาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒวิทยาเขตปทุมวัน ปี พ.ศ. 2524 ปัจจุบันเป็นครูที่โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ