

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Füüsikainstituut

Üliõpilane: **RAIT RAND**

Teostatud: **26.03.08**

Õpperühm: **YAFM21**

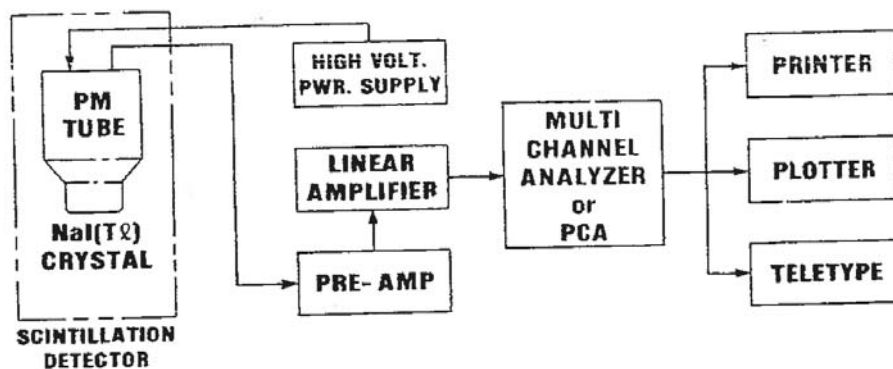
Kaitstud:

GAMMA SPEKTROMEETER

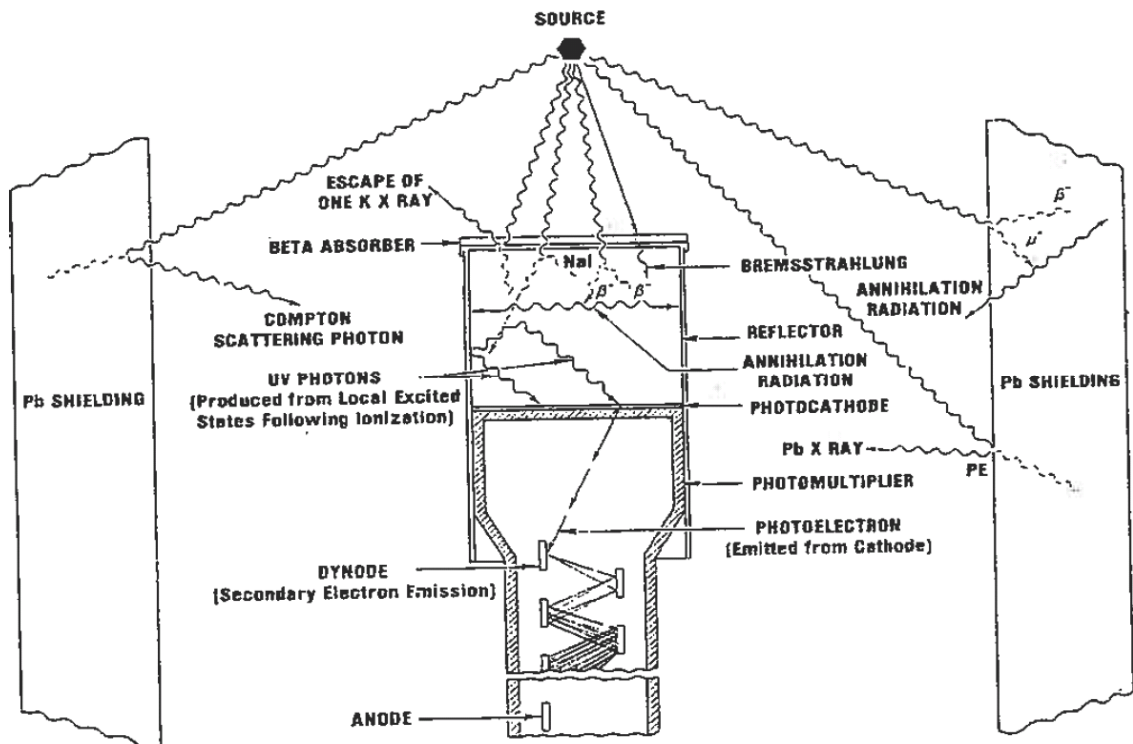
1. Töö eesmärk

- 1.1. Kalibreerida mõõtetulemuste teljed vastavale energiatasemele (kanalile vastav energiatase)
- 1.2. Võrrelda teadaoleva elemendi gamma kiirguse 'peaki' asukohta mõõdetud väärtusega (Na22, Co60)
- 1.3. Identifitseerida võimalikud elemendid tundmatus proovis (pinnas Granatnaja tänavalt Ukrainast)
- 1.4. Vaadelda gammakiirguse sensorisse jõudmise sõltuvust erinevate elementide läbimisel

2. Mõõteseadme skemaatiline kujutis



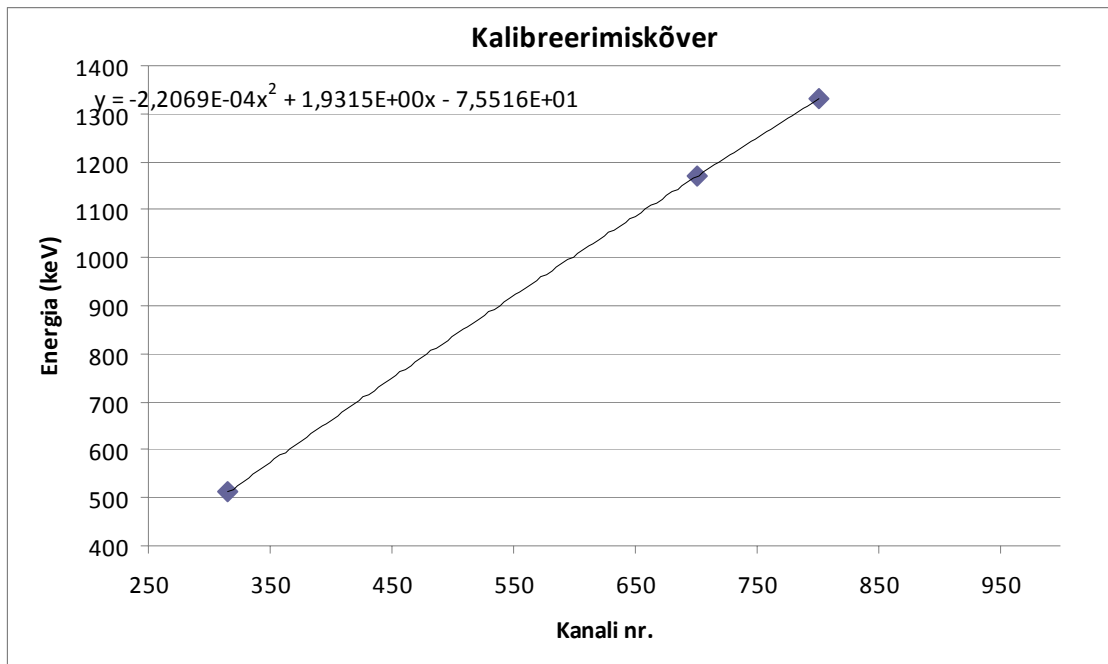
Joonis nr. 1 Gamma spektromeetri plokk skeem



Joonis nr. 2 Gamma sähvatuste registreeria (muundur)

3. Telgede kalibreerimine

Leidmaks kanalile vastava energia teostasin 3 mõõtmist, mille põhjal sain kalibreerimiskõvera koos valemiga.

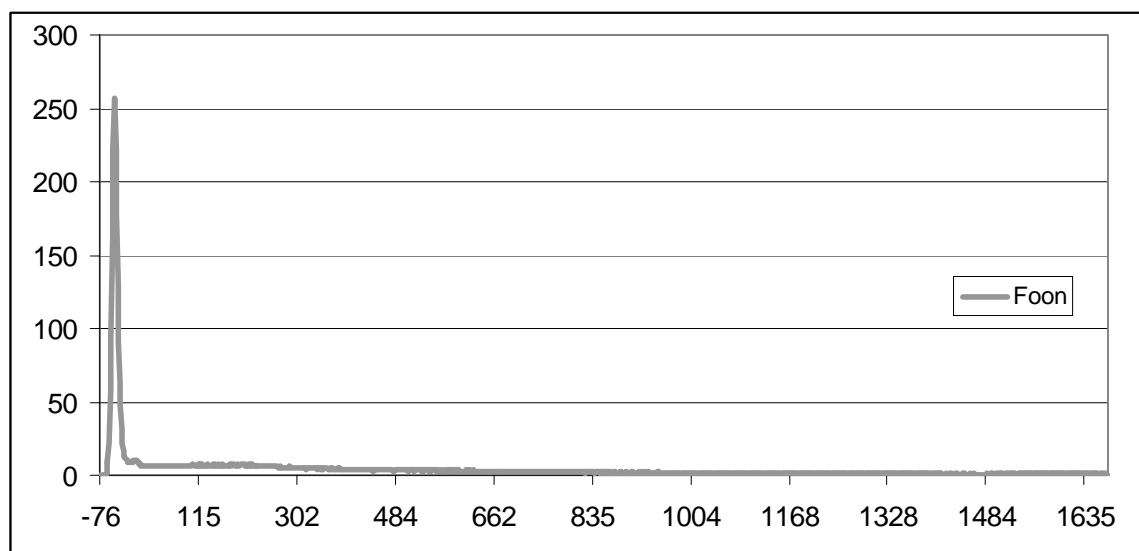


aafig nr. 1 Kalibreerimiskõver

Vastavalt saadud valemile $y = -2,2069 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 1,9315 \cdot x - 75,516$ saan hilisemates mõõtmistes arvutada energia vastavalt kanali numbrile.

4. Fooni mõõtmine

Esmalt teostan mõõtmise ilma preparaadita, et saada fooni kiirus, mis hiljem lahutatakse saadud preparaadiga mõõtmise kiirgusest.



Graafik nr. 2 Fooni mõõtmise tulemused

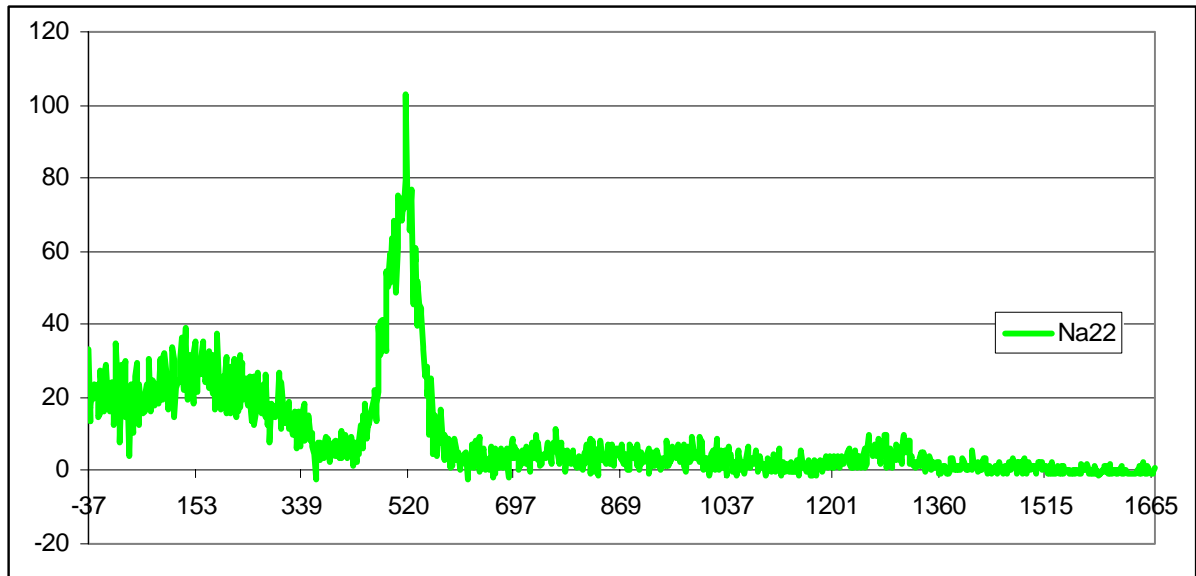
5. Preparaatide mõõtmised

Preparaatide nimekiri:

Na22

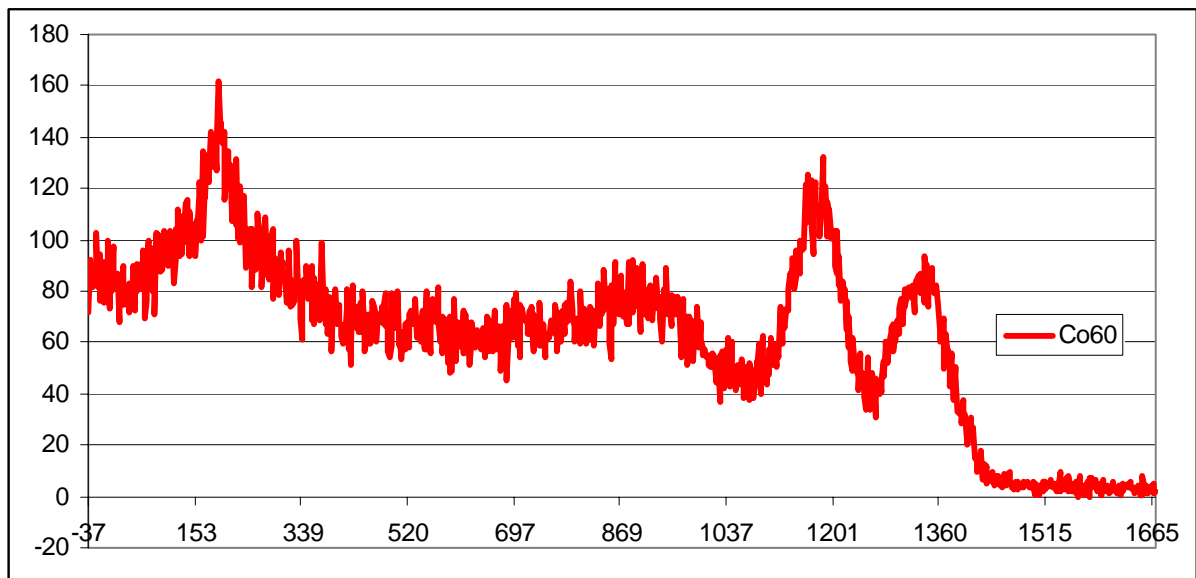
Co60

Pinnas Granatnaja tänavalt Kiievist (17.07.1987)



Graafik nr. 3 Na22 Gamma kiirguse graafik

Vastavalt kiirgustabelile (vt Tabel nr. 1), peaks Na22 gamma kiirguse 'peak' olema 511keV peal, mõõdetud juhul asub 'peak' 518keV peal, mis on tingitud tõenäoliselt eksimusest kalibreerimiskõvera mõõtmisel.

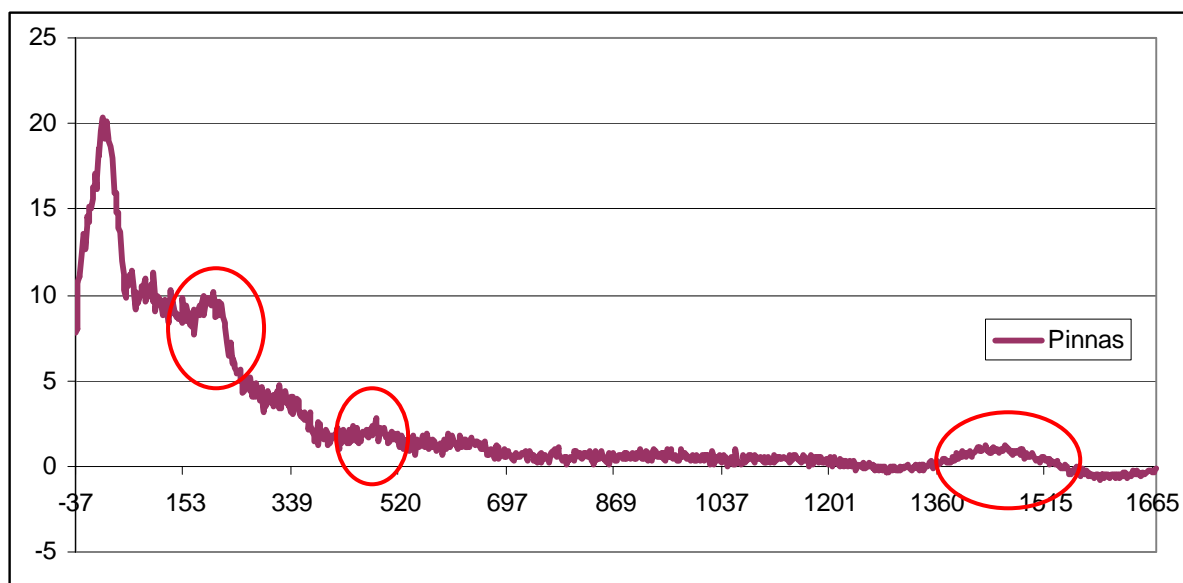


Graafik nr. 4 Co60 Gamma kiirguse graafik

Vastavalt kiirgustabelile (vt Tabel nr. 1), peaks Co60 gamma kiirguse 'peak' olema 1173keV ja 1332keV peal, mõõtmistulemuste järgi leitud 3 'peaki', mis asuvad vastavalt 194keV, 1172keV ja 1346keV peal. Kaks viimast 'peaki' iseloomustavad elementi Co60, kuid 194keV puhul võib tegu olla kõrvalise kiirgusega. Lisan ka sellele 'peakile' lähedaste elementide loetelu (Tabel nr. 1)

Gamma Energy (KeV)	Nuclide	Half-Life	Percent Yield per decay
185	U-235	7.1 x 10 ⁸ years	54
186	Ra-226	1602 years	4
191	Mo-101	14.6 minutes	25
191	Pt-197	18 hours	6
192	In-114m	50.0 days	17
198	Yb-169	32 days	35
208	Lu-177	6.7 days	6.1
210	Ge-77	11.3 hours	61

Tabel nr. 1 Peakile 194keV lähedased elemendid



Graafik nr. 5 Pinnase proovi gamma kiirguse graafik

Arvestatavateks 'peakideks' pinnase proovis võiks lugeda järgmised väärtused: 20keV, 196keV, 488keV ja 1450keV. Alljärgnevalt ka tabel nende piirkondade elementidega (Tabel nr. 2)

Gamma Energy (KeV)	Nuclide	Half-Life	Percent Yield per decay
8	Er-169	9.4 days	0.3
22	Sm-151	87 years	4
24	Sn-199m	250 days	16
30	Ba-140	12.8 days	11
31	Mg-28	21 hours	96
35	I-125	60 days	7
35	Te-125m	58 days	7
186	Ra-226	1602 years	4
191	Mo-101	14.6 minutes	25
191	Pt-197	18 hours	6
192	In-114m	50.0 days	17
198	Yb-169	32 days	35
208	Lu-177	6.7 days	6.1

210	Ge-77	11.3 hours	61
468	Ir-192	74.2 days	49
477	Be-7	53 days	10.3
496	Ba-131	12 days	48
497	Ru-103	39.6 days	88
511	Cu-64	12.8 hours	38
511	Ga-68	68.3 minutes	176
511	As-74	17.9 days	59
511.0034	Na-22	2.60 years	180
1408	Eu-152	12 years	22
1426	Cs-138	32.2 minutes	73
1434	V-52	3.76 minutes	100
1460	K-40	1.29 x 10 ⁹ years	11
1481	Ni-65	2.56 hours	25
1524	K-42	12.4 hours	18

Tabel nr. 2 Pinnase 'peakide' lähedased elemendid

Graafikul Nr 5 märgitud piirkondades olevad 'peakid' võivad iseloomustada järgmised elemendid:

191keV: raskemetallidest molübdeen (Mo)

511keV: raskemetallidest vask (Cu) ja anorgaanilistest ühenditest arseen (As)

1434keV: raskemetallidest vanaadium (V) ja nikkel (Ni)

6. Kiirguse sõltuvus kaugusest

Katse eesmärgiks on leida kuidas sõltub gamma kiirguse tugevus kaugusest ning kiirgusallika ning kiirguse registreerija vahele asetatud materjalist.

Isolaatorina kasutatud kettaid (auguga ning auguta).

Huvipakkuvate tsoonidena (ROI) registreerisin lugemid järgmistes vahemikes:

ROI	Kanal		Energia (keV)	
	Min	Max	Min	Max
0	768	905	1277,672	1491,705
1	915	1017	1507,004	1660,527
2	0	1023	-75,5516	1669,414

Tabel nr. 3 ROI vahemikud

ROI:	Gross	Net	% registreeritud	FWHM
0	2350	694	100%	694,00
1	1496	724	100%	724,00
2	37130	31754	100%	10,72
Co60 Auguga ketas vahel				
0	1927	748	108%	18,13
1	1366	579	80%	15,93
2	24091	20251	64%	10,85
Co60 Auguta ketas vahel				
0	0	0	0%	0
1	0	0	0%	0
2	0	0	0%	0

Tabel nr. 4 ROIdes registreeritud lugemite hulk

7. Absoluutne aktiivsus

Absoluutse aktiivsuse leidmiseks saab kasutada valemit:

$$A = \frac{R_x}{\varepsilon_1 f_g} = \frac{R_x}{\varepsilon_a G f_g}$$

R_x - lugemite arv sekundis

$$R_x = 694/300 = 2,31$$

$$G = \frac{\text{Detektoripindala}}{4\pi S^2} = \frac{6,3 \cdot 6,3}{4\pi \cdot 9,3 \cdot 9,3} = 0,036$$

ε_a - jooniselt 2.14 piirkonnast 1332keV on ~0,2

f_g - energia kvantide tõenäosus tabelist 2.3 (kahjuks juhendist see tabel puudub)

Gamma Energy (KeV)	Nuclide	Half-Life	Percent Yield per decay
8	Er-169	9.4 days	0.3
22	Sm-151	87 years	4
24	Sn-199m	250 days	16
30	Ba-140	12.8 days	11
31	Mg-28	21 hours	96
35	I-125	60 days	7
35	Te-125m	58 days	7
37	Br-80m	4.38 hours	36
40	Rh-103m	57 minutes	0.4
40	I-129	1.7x10 ⁷ years	9
47	Pb-210	21 years	4
51	Rh-104m	4.41 minutes	47
53	Te-132	78 hours	17
58	Gd-159	18.0 hours	3
58	Dy-159	144 days	4
59	Te-127m	109 days	0.19
60	Am-241	458 years	36
63	Yb-169	32 days	45
63	Th-234	24.1 days	3.5
68	Ta-182	115 days	42
68	Ti-44	48 hours	90
70	Sm-153	47 hours	5.4
77	Pt-197	18 hours	20
77	Hg-197	65 hours	18
78	Ti-44	48 hours	98
80	Ba-133	7.2 years	36
81	Ho-166	26.9 hours	5.4
81	Xe-133	5.27 days	37
84	Tm-170	130 days	3.3
84	Th-228	1.90 years	1.6
87	Eu-155	1.81 years	32
88	Pd-109 / Ag-109m	13.47 hours / 40 seconds	5

88	Cd-109 / Ag-109m	453 days / 40 seconds	5
88	Lu-176m	3.7 hours	10
91	Nd-147	11.1 days	28
93	Th-234	24.1 days	4
95	Dy-165	139.2 minutes	4
99	Gd-153	242 days	55
99	Au-195	183 days	10
100	Pa-234	6.75 hours	50
103	Sm-153	47 hours	28
104	Sm-155	23 minutes	73
105	Eu-155	1.81 years	20
113	Lu-177	6.7 days	2.8
122	Co-57	270 days	87
122	Eu-152	12 years	37
123	Eu-154	16 years	38
124	Ba-131	12 days	28
128	Cs-134m	2.9 hours	14
129	Os-191	15 days	25
133	Hf-181	42.5 days	48
134	Ce-144	284 days	11
136	Hg-197m	24 hours	42
137	Re-186	90 hours	9
140	Tc-99m	6 hours	90
143	U-235	7.1 x 10 ⁸ years	11
145	Ce-141	33 days	48
147	Ta-182m	16.5 minutes	40
150	Te-131	25 minutes	68
150	Cd-111m	48.6 minutes	30
150	Kr-85m	4.4 hours	74
155	Re-188	16.7 hours	10
158	Au-199	75.6 hours	37
163	Ba-140	12.8 days	6
164	Xe-131m	11.8 days	2
166	Ba-139	82.9 minutes	23
172	Ta-182m	16.5 minutes	40
185	U-235	7.1 x 10 ⁸ years	54

Gamma Energy (KeV)	Nuclide	Half-Life	Percent Yield per decay
186	Ra-226	1602 years	4
191	Mo-101	14.6 minutes	25
191	Pt-197	18 hours	6
192	In-114m	50.0 days	17
198	Yb-169	32 days	35
208	Lu-177	6.7 days	6.1
210	Ge-77	11.3 hours	61
215	Hf-180m	5.5 hours	82
215	Ru-97	2.9 days	91
230	Te-132	78 hours	90
233	Xe-133m	2.26 days	14
239	Pb-212	10.64 hours	47
239	As-77	38.7 hours	2.5
246	Sm-155	23 minutes	4
247	Cd-111m	48.6 minutes	94
250	Xe-135	9.2 hours	91
255	Sn-133	115 days	1.8
263	Ge-77	11.3 hours	45
265	Ge-75	82 minutes	11
265	Se-75	120.4 days	60
279	Hg-203	46.9 days	77
284	I-131	8.05 days	5.4
286	Pm-149	53.1 hours	2
293	Ce-143	33 hours	46
295	Pb-214	26.8 minutes	19
299	Tb-160	72.1 days	30
305	Kr-85m	4.4 hours	13
307	Tc-101	14.0 minutes	91
308	Er-171	7.52 hours	63
310	Pa-233	27.0 days	44
317	Ir-192	74.2 days	81
319	Nd-147	11.1 days	3
320	Cr-51	27.8 days	9
325	Sn-125m	9.7 minutes	97
328	Ir-194	17.4 hours	10

333	Hf-180m	5.5 hours	93
335	Cd-115 / In-115m	53.5 hours / 4.5 hours	50
342	Ag-111	7.5 days	6
344	Eu-152	12 years	27
351	Bi-211	2.15 minutes	14
352	Pb-214	26.8 minutes	36
356	Ba-133	7.2 years	69
360	Se-83	25 minutes	69
362	Pd-103	17 days	0.06
363	Gd-159	18.0 hours	9
364	I-131	8.05 days	82
368	Ni-65	2.56 hours	4.5
388	Sr-87m	2.83 hours	80
393	Sn-113	115 days	64
393	In-133m	100 minutes	64
403	Kr-87	76 minutes	84
405	Pb-211	36.1 minutes	3.4
412	Au-198	2.698 days	95
427	Sb-125	2.7 years	31
439	Zn-69m	13.8 hours	95
441	I-128	25.0 minutes	14
444	Hf-180m	5.5 hours	80
468	Ir-192	74.2 days	49
477	Be-7	53 days	10.3
479	W-187	23.9 hours	23
482	Hf-181	42.5 hours	81
487	La-140	40.22 hours	40
490	Cd-115	53.5 hours	10
496	Ba-131	12 days	48
497	Ru-103	39.6 days	88
511	Cu-64	12.8 hours	38
511	Ga-68	68.3 minutes	176
511	As-74	17.9 days	59
511.0034	Na-22	2.60 years	180
512	Ru-106 / Rh-106	367 days / 30 seconds	21

Gamma Energy (KeV)	Nuclide	Half-Life	Percent Yield per decay
514	Sr-85	64 days	100
514	Kr-85	10.76 years	0.41
520	Se083	25 minutes	59
527	Xe-135m	15.6 minutes	80
530	I-133	21 hours	90
530	Cd-115	53.5 hours	26
533	Nd-147	11.1 days	13
537	Ba-140	12.8 days	34
538	I-130	12.4 hours	99
554	Br-82	35.34 hours	66
559	As-76	26.5 hours	43
564	Sb-122	67 hours	66
570	Bi-207	30 years	98
583	Tl-208	3.10 minutes	86
596	As-74	17.9 days	61
599	Sb-125	2.7 years	24
603	Sb-125	60 days	97
605	Cs-134	2.05 years	98
609	Bi-214	19.7 minutes	47
619	Br-82	35.34 hours	41
622	Ru-106 / Rh-106	367 days / 30 seconds	11
637	I-131	8.05 days	6.8
658	Ag-110m	253 days	96
658	Ag-110	24.4 seconds	4.5
661.64	Cs-137 / Ba-137m	30 years / 2.55 minutes	85
669	I-130	12.4 hours	100
670	I-132	2.3 hours	144
686	W-187	23.9 hours	27
695	Pr-144	17.3 minutes	1.5
697	Te-129m	34 days	6
724	Zr-95	65 days	49
726	Ru-105	4.44 hours	48
727	Bi-212	60.6 minutes	7

740	Mo-99	67 hours	12
743	I-130	12.4 hours	87
747	Zr-97 / Nb-97m	17.0 hours / 60 seconds	92
748	Sr-91	9.67 hours	27
756	Zr-95	65 days	49
765	Nb-95	35 days	100
773	I-132	2.3 hours	89
777	Br-82	35.34 hours	83
780	Te-131m	30 hours	60
796	Cs-134	2.05 years	99
810	Co-58	71.3 days	99
832	Pb-211	36.1 minutes	3.4
835	Ga-72	14.10 hours	96
834.827	Mn-54	303 days	100
837	Mn-56	2.58 hours	99
850	Te-131m	30 hours	31
879	Tb-160	72.1 days	31
885	Ag-110m	253 days	71
889	Sc-46	83.9 days	100
898	Rb-88	17.8 minutes	13
900	Pa-234	6.75 hours	70
935	Cd-115m	43 days	1.9
966	Tb-160	72.1 days	31
1020	Mo-101	14.6 minutes	25
1025	Sr-91	9.67 hours	30
1063	Bi-207	30 years	77
1078	Ba-68	68.3 minutes	3.5
1095	Fe-59	45 days	56
1115	Zn-65	245 days	49
1115	Ni-65	2.56 hours	16
1120	Sc-46	83.9 days	100
1120	Bi-214	19.7 minutes	17
1122	Ta-182	115 days	34
1140	I-135	6.7 hours	37
1173.2	Co-60	5.26 years	100
1210	Y-91	58.8 days	0.3

Gamma Energy (KeV)	Nuclide	Half-Life	Percent Yield per decay
1274.5	Na-22	2.60 years	100
1278	Eu-154	16 years	37
1280	I-135	6.7 hours	34
1292	Fe-59	45 days	44
1293	In-116m	54.0 minutes	80
1293	Ar-41	1.83 hours	99
1308	Ca-47	4.53 days	74
1332.5	Co-60	5.26 years	100
1350	Mg-28	21 hours	70
1369	Na-24	15.0 hours	100
1380	Ho-166	26.9 minutes	0.9
1408	Eu-152	12 years	22
1426	Cs-138	32.2 minutes	73
1434	V-52	3.76 minutes	100
1460	K-40	1.29 x 10 ⁹ years	11
1481	Ni-65	2.56 hours	25
1524	K-42	12.4 hours	18
1570	Pr-142	19.2 hours	3.7
1596	La-140	40.22 hours	96
1600	Cl-38	37.3 minutes	38
1692	Sb-124	60 days	50
1764	Bi-214	19.7 minutes	17
1780	Al-28	2.31 minutes	100
1811	Mn-56	2.58 hours	29
2614	Tl-208	3.10 minutes	100
2754	Na-24	15.0 hours	100
6130	N-16	7.2 seconds	69
7110	N-16	7.2 seconds	5