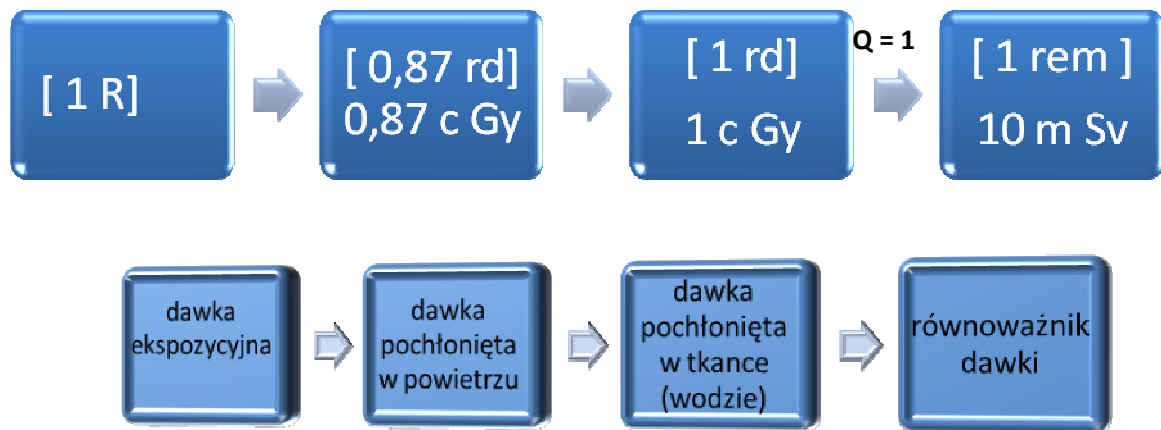


## PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z wielkościami, jednostkami i podstawowymi zasadami stosowanymi w ochronie radiologicznej.

Tabela 1. Wybrane wielkości i ich jednostki

Wielkość	Definicja	Jednostki i ich symbole	
		Obecnie używane	dawne
Aktywność	Liczba rozpadów w ciągu 1 sekundy	Bekerel Bq	Kiur Ci
Dawka ekspozycyjna	Jonizacja powietrza pod wpływem promieniowania X lub gamma	Kulomb na kilogram C/kg	Rentgen R
Dawka pochłonięta	Pochłanianie energii promieniowania jonizującego przez różne materiały, np. powietrze, wodę, ciało ludzkie	Grej Gy	Rad rd
Równoważnik dawki	Pochłanianie energii przez żywy organizm z uwzględnieniem skutków biologicznych jakie wywołują różne rodzaje promieniowania jonizującego	Siwert Sv	rem



Gdzie Q – współczynnik jakości promieniowania

Promieniowanie	Q
X i $\gamma$ powyżej 30 keV	1
$\beta$ powyżej 30 keV	1
$\beta$ trytu	2
$\alpha$ , neutron, protony, ciężkie jony	25
Neutrony termiczne	4,5

**Wykonaj niżej zapisane zadania i po każdym przedstaw wniosek, który może znaleźć zastosowanie w ochronie radiologicznej.**

1. Dokonaj pomiaru aktywności źródła oraz określ jej osłabienie przy zastosowania kartki papieru i folii aluminiowej jako osłony
2. Jaką grubość powinna mieć warstwa:
  - a) ołowiu ..... [cm],
  - b) betonu ..... [cm],
  - c) wody ..... [cm],
 aby osłabiła promieniowanie izotopu  $J^{131}$  [ ... ] krotnie
3. Oblicz jaką aktywność ma dzisiaj źródło kobalt 60 ( $T_{1/2} = 5,3$  lat) jeżeli rok temu miało aktywność  $A_0 = [ \dots ]$

Zgodnie z podstawowym prawem rozpadu  $A = A_0 e^{-\frac{0,693 t}{T}}$

4. Aktywność początkowa odpadów promieniotwórczych wynosi  $A_0 = [ \dots ]$ ,  
Przez ile okresów półrozpadu należy je przechowywać, aby ich aktywność spadła do  $A = 1$  kBq ?
5. Obliczyć moc dawki pochłoniętej w powietrzu w odległości  $l_1 = 1$  m i  $l_2 = 10$  cm od punktowego źródła promieniowania kobalt 60 o aktywności  $A = [ \dots ]$ ,

Moc dawki pochłoniętej  $D = \frac{\Gamma_r A}{l^2}$

$\Gamma_r = 30,5 \times 10^{-3} \text{ cGyh}^{-1} \text{ m}^2 \text{ GBq}^{-1}$

6. Obliczyć dawkę, jaką otrzymałaby w ciągu tygodnia pracy osoba zatrudniona w odległości  $l = 1,1$  m od źródła  $Ir^{192}$  o aktywności  $A = 4,8$  GBq. Czas pracy  $t = 40$  h tygodniowo. Czy można systematycznie pracować w takich warunkach?

Dawka pochłonięta  $D = \frac{\Gamma_r A t}{l^2}$

Izotopy wysyłające promieniowanie  $\gamma$

Izotop	Okres półrozpadu T	Energia kwantów MeV	Liczba kwantów na 100 rozpadów	Energia przyjm. do obliczeń $E_0$ (MeV)	Równoważna wartość stałej ekspozycyjnej ( $\text{cGyh}^{-1}\text{GBq}^{-1}\text{m}^2$ )
1	2	3	4	5	6
Na-22	2,6 lat	1,27	99,9	1,3	$29,6 \cdot 10^{-3}$
Na-24	14,7 h	2,76 1,37	100,0 100,0	2,8	$44,9 \cdot 10^{-3}$
K-42	12,4 h	1,52	18,8	1,5	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Sc-46	83,8 dn	1,12 0,89	100,0 99,9	1,1	$26,1 \cdot 10^{-3}$
Cr-51	27,8 dn	0,32	8,0	0,3	$0,5 \cdot 10^{-3}$
Mn-56	2,6 h	1,8 2,1	27,0 14,0	2,0	$19,7 \cdot 10^{-3}$
Fe-59	44,5 dn	1,10 1,29	56,5 43,2	1,3	$16,0 \cdot 10^{-3}$
Co-60	5,3 lat	1,17 1,33	99,9 100,0	1,3	$30,8 \cdot 10^{-3}$
Sr-85	65 dn	0,51	99,3	0,5	$7,1 \cdot 10^{-3}$
Rb-86	18,6 dn	1,08	8,8	1,1	$1,2 \cdot 10^{-3}$
Mo-99	2,8 dn	0,78 0,74 0,14	4,35 12,1 90,7	0,7	$4,2 \cdot 10^{-3}$
Tc-99m	6 h	0,14	87,2	0,1	$1,4 \cdot 10^{-3}$

1	2	3	4	5	6
Ag-110	250 dn	0,66	94,6	1,3	$34,1 \cdot 10^{-3}$
		0,94	34,4		
		1,38	24,3		
		1,50	13,0		
Ag-111	7,6 dn	0,24	1,24	0,3	$0,5 \cdot 10^{-3}$
		0,34	6,7		
I-131	8,04 dn	0,72	1,8	0,4	$5,4 \cdot 10^{-3}$
		0,64	7,3		
		0,36	81,2		
Cs-134	2,06 lat	0,56	8,4	0,8	$21,0 \cdot 10^{-3}$
		0,57	15,4		
		0,60	97,6		
		0,79	85,4		
Cs-137	30 lat	0,66	85,2	0,7	$8,0 \cdot 10^{-3}$
Ba-140	12,7 dn	0,16	6,2	0,5	$2,6 \cdot 10^{-3}$
		0,30	4,3		
		0,54	24,4		
La-140	1,7 dn	0,49	45,9	1,6	$28,3 \cdot 10^{-3}$
		0,82	23,6		
		1,6	95,4		
Ce-141	32,5 dn	0,145	48,4	0,15	$0,9 \cdot 10^{-3}$
Pr-144	17,5 min	0,7	1,34	0,7	$0,4 \cdot 10^{-3}$
Eu-152	13,3 lat	0,78	13,0	1,4	$14,9 \cdot 10^{-3}$
		0,96	14,5		
		1,12	13,6		
		1,40	20,8		
Eu-154	8,8 lat	0,72	19,7	1,3	$15,5 \cdot 10^{-3}$
		0,87	11,4		
		0,99	10,3		
		1,00	17,9		
		1,27	35,5		

1	2	3	4	5	6
Yb-169	32 dn	0,13 0,18 0,20 0,31	11,0 21,5 34,9 10,8	0,3	$4,2 \cdot 10^{-3}$
Tm-170	129 dn	0,084	3,26	0,1	$0,07 \cdot 10^{-3}$
Ir-192	73,8 dn	0,29 0,31 0,32 0,47 0,60 0,61	28,3 29,3 83,0 47,7 8,3 5,3	0,6	$10,9 \cdot 10^{-3}$
Au-198	2,7 dn	0,41	95,5	0,4	$5,4 \cdot 10^{-3}$
Tl-202	12,2 dn	0,44	91,4	0,4	$6,2 \cdot 10^{-3}$
Hg-203	46,6 dn	0,28	81,5	0,3	$3,1 \cdot 10^{-3}$
Ra-226	1600 lat	0,19 0,29 0,35 0,61 1,12 1,76 2,20	3,3 20,1 39,3 48,4 16,0 16,6 5,3	1,7	$21,4 \cdot 10^{-3}$

Gęstość niektórych materiałów

Materiał	Gęstość g/cm <sup>3</sup>
Powietrze	0,001293
Papier	0,7 - 1,1
Skóra	0,85 - 1,0
Guma	0,91 - 0,93
Polietylen	0,92
Nylon	1,1
Szkło organiczne	1,2
Bakelit	1,3
Cegła	1,4 - 1,9
Kość	1,8 - 2,0
Beton	2,1 - 2,4
Krzem	2,3
Grafit	2,3
Szkło	2,4 - 2,8
Barytobeton	2,7 - 3,2
Aluminium	2,7
Szkło ołowiowe	3,4 - 4,8
Żeliwo	7,2
Żelazo, stal	7,1 - 7,9
Miedź	8,9
Ołów	11,3
Uran	18,7
Wolfram	19,3

Liniowe współczynniki osłabiania promieniowania gamma w podstawowych materiałach budowlanych

Energia promieniowania MeV	Ołów $\rho=11,34$ g/cm <sup>3</sup>	Żeliwo $\rho=7,2$ g/cm <sup>3</sup>	Aluminium $\rho=2,7$ g/cm <sup>3</sup>	Beton $\rho=2,3$ g/cm <sup>3</sup>	Woda $\rho=1,0$ g/cm <sup>3</sup>
0,1	60,0	2,57	0,444	0,378	0,171
0,125	35,0	1,78	0,388	0,330	0,159
0,15	24,4	1,44	0,362	0,308	0,151
0,175	15,4	1,16	0,336	0,286	0,143
0,2	11,8	1,03	0,323	0,275	0,137
0,25	6,58	0,86	0,296	0,252	0,127
0,3	4,76	0,78	0,278	0,236	0,119
0,35	3,31	0,71	0,265	0,226	0,112
0,4	2,51	0,67	0,251	0,214	0,106
0,5	1,72	0,60	0,228	0,194	0,097
0,6	1,37	0,55	0,210	0,179	0,0894
0,7	1,12	0,51	0,196	0,167	0,0885
0,8	0,99	0,47	0,184	0,156	0,0786
0,9	0,86	0,46	0,176	0,150	0,0743
1,0	0,79	0,43	0,166	0,141	0,0706
1,1	0,72	0,41	0,158	0,134	0,0673
1,2	0,68	0,39	0,152	0,129	0,0644
1,3	0,64	0,37	0,146	0,124	0,0620
1,4	0,60	0,36	0,141	0,120	0,0597
1,5	0,58	0,35	0,137	0,116	0,0576
1,6	0,55	0,34	0,131	0,111	0,0555
1,7	0,54	0,33	0,128	0,109	0,0538
1,8	0,53	0,32	0,124	0,106	0,0521
1,9	0,52	0,31	0,120	0,102	0,0507
2,0	0,51	0,30	0,117	0,100	0,0493
2,5	0,45	0,28	0,106	0,090	0,0438
3,0	0,46	0,26	0,094	0,080	0,0396
4,0	0,47	0,24	0,084	0,071	0,0339
5,0	0,49	0,23	0,075	0,064	0,0302
6,0	0,51	0,22	0,072	0,061	0,0277
7	0,53	0,24	0,070	0,060	0,0256
8	0,55	0,23	0,068	0,058	0,0242
9	0,58	0,23	0,063	0,054	0,0231
10	0,60	0,23	0,062	0,053	0,0221

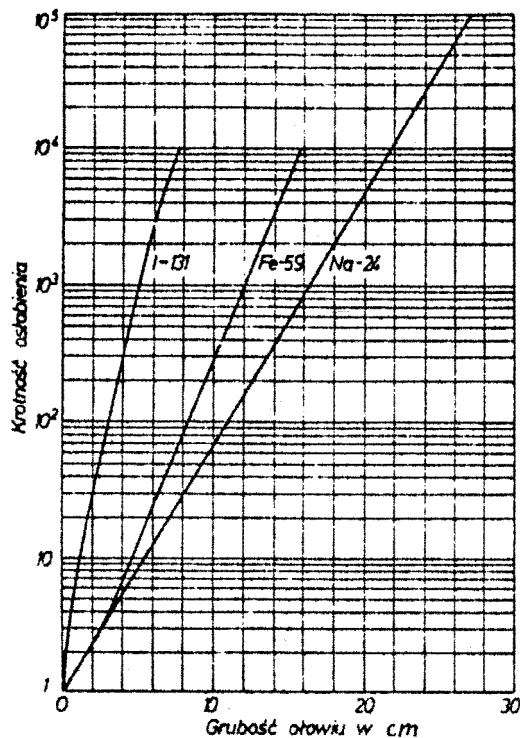
Wartości funkcji  $e^x$  i  $e^{-x}$

x	$e^x$	$e^{-x}$	x	$e^x$	$e^{-x}$	x	$e^x$	$e^{-x}$	x	$e^x$	$e^{-x}$	x	$e^x$	$e^{-x}$
0,00	1,0000	1,0000	0,50	1,6487	0,6065	1,00	2,7183	0,3679	1,50	4,4817	0,2231	2,00	7,3891	0,1353
0,01	1,0101	0,9900	0,51	1,6653	0,6005	1,01	2,7456	0,3642	1,51	4,5267	0,2209	2,01	7,4633	0,1340
0,02	1,0202	0,9802	0,52	1,6820	0,5945	1,02	2,7732	0,3606	1,52	4,5722	0,2187	2,02	7,5383	0,1327
0,03	1,0305	0,9704	0,53	1,6989	0,5886	1,03	2,8011	0,3570	1,53	4,6182	0,2165	2,03	7,6141	0,1313
0,04	1,0408	0,9608	0,54	1,7160	0,5827	1,04	2,8292	0,3535	1,54	4,6646	0,2144	2,04	7,6906	0,1300
0,05	1,0513	0,9512	0,55	1,7333	0,5769	1,05	2,8577	0,3499	1,55	4,7115	0,2122	2,05	7,7679	0,1287
0,06	1,0618	0,9418	0,56	1,7507	0,5712	1,06	2,8864	0,3465	1,56	4,7588	0,2101	2,06	7,8460	0,1275
0,07	1,0725	0,9324	0,57	1,7683	0,5655	1,07	2,9154	0,3430	1,57	4,8066	0,2080	2,07	7,9248	0,1262
0,08	1,0833	0,9231	0,58	1,7860	0,5599	1,08	2,9447	0,3396	1,58	4,8550	0,2060	2,08	8,0045	0,1249
0,09	1,0942	0,9139	0,59	1,8040	0,5543	1,09	2,9743	0,3362	1,59	4,9037	0,2039	2,09	8,0849	0,1237
0,10	1,1052	0,9048	0,60	1,8221	0,5488	1,10	3,0042	0,3329	1,60	4,9530	0,2019	2,10	8,1662	0,1225
0,11	1,1163	0,8958	0,61	1,8404	0,5434	1,11	3,0344	0,3296	1,61	5,0028	0,1999	2,11	8,2482	0,1212
0,12	1,1275	0,8869	0,62	1,8589	0,5379	1,12	3,0649	0,3263	1,62	5,0531	0,1979	2,12	8,3311	0,1200
0,13	1,1388	0,8781	0,63	1,8776	0,5326	1,13	3,0957	0,3230	1,63	5,1039	0,1959	2,13	8,4149	0,1188
0,14	1,1503	0,8694	0,64	1,8965	0,5273	1,14	3,1268	0,3198	1,64	5,1552	0,1940	2,14	8,4994	0,1177
0,15	1,1618	0,8607	0,65	1,9155	0,5220	1,15	3,1582	0,3166	1,65	5,2070	0,1920	2,15	8,5849	0,1165
0,16	1,1735	0,8521	0,66	1,9348	0,5169	1,16	3,1899	0,3135	1,66	5,2593	0,1901	2,16	8,6711	0,1153
0,17	1,1853	0,8437	0,67	1,9542	0,5117	1,17	3,2220	0,3104	1,67	5,3122	0,1882	2,17	8,7583	0,1142
0,18	1,1972	0,8353	0,68	1,9739	0,5066	1,18	3,2544	0,3073	1,68	5,3656	0,1864	2,18	8,8463	0,1130
0,19	1,2092	0,8270	0,69	1,9937	0,5016	1,19	3,2871	0,3042	1,69	5,4195	0,1845	2,19	8,9352	0,1119
0,20	1,2214	0,8187	0,70	2,0138	0,4966	1,20	3,3201	0,3012	1,70	5,4739	0,1827	2,20	9,0250	0,1108
0,21	1,2337	0,8106	0,71	2,0340	0,4916	1,21	3,3535	0,2982	1,71	5,5290	0,1809	2,21	9,1157	0,1097
0,22	1,2461	0,8025	0,72	2,0544	0,4868	1,22	3,3872	0,2952	1,72	5,5845	0,1791	2,22	9,2073	0,1086
0,23	1,2586	0,7945	0,73	2,0751	0,4819	1,23	3,4212	0,2923	1,73	5,6407	0,1773	2,23	9,2999	0,1075
0,24	1,2712	0,7866	0,74	2,0959	0,4771	1,24	3,4556	0,2894	1,74	5,6973	0,1755	2,24	9,3933	0,1065
0,25	1,2840	0,7788	0,75	2,1170	0,4724	1,25	3,4903	0,2865	1,75	5,7546	0,1738	2,25	9,4877	0,1054
0,26	1,2969	0,7711	0,76	2,1383	0,4677	1,26	3,5254	0,2837	1,76	5,8124	0,1720	2,26	9,5831	0,1044
0,27	1,3100	0,7634	0,77	2,1598	0,4630	1,27	3,5609	0,2808	1,77	5,8709	0,1703	2,27	9,6794	0,1033
0,28	1,3231	0,7558	0,78	2,1815	0,4584	1,28	3,5966	0,2780	1,78	5,9299	0,1686	2,28	9,7767	0,1023
0,29	1,3364	0,7483	0,79	2,2034	0,4538	1,29	3,6328	0,2753	1,79	5,9895	0,1670	2,29	9,8749	0,1013
0,30	1,3499	0,7408	0,80	2,2255	0,4493	1,30	3,6693	0,2725	1,80	6,0496	0,1653	2,30	9,9742	0,1003
0,31	1,3634	0,7334	0,81	2,2479	0,4449	1,31	3,7062	0,2698	1,81	6,1104	0,1637	2,31	10,0744	0,0993
0,32	1,3771	0,7261	0,82	2,2705	0,4404	1,32	3,7434	0,2671	1,82	6,1719	0,1620	2,32	10,1757	0,0983
0,33	1,3910	0,7189	0,83	2,2933	0,4360	1,33	3,7810	0,2645	1,83	6,2339	0,1604	2,33	10,2779	0,0973
0,34	1,4049	0,7118	0,84	2,3164	0,4317	1,34	3,8190	0,2618	1,84	6,2965	0,1588	2,34	10,3812	0,0963
0,35	1,4191	0,7047	0,85	2,3396	0,4274	1,35	3,8574	0,2592	1,85	6,3598	0,1572	2,35	10,4856	0,0954
0,36	1,4333	0,6977	0,86	2,3632	0,4232	1,36	3,8962	0,2567	1,86	6,4237	0,1557	2,36	10,5910	0,0944
0,37	1,4477	0,6907	0,87	2,3869	0,4190	1,37	3,9354	0,2541	1,87	6,4883	0,1541	2,37	10,6974	0,0935
0,38	1,4623	0,6839	0,88	2,4109	0,4148	1,38	3,9749	0,2516	1,88	6,5535	0,1526	2,38	10,8049	0,0926
0,39	1,4770	0,6771	0,89	2,4351	0,4107	1,39	4,0149	0,2491	1,89	6,6194	0,1511	2,39	10,9135	0,0916
0,40	1,4918	0,6703	0,90	2,4596	0,4066	1,40	4,0552	0,2466	1,90	6,6859	0,1496	2,40	11,0232	0,0907
0,41	1,5068	0,6637	0,91	2,4843	0,4025	1,41	4,0960	0,2441	1,91	6,7531	0,1481	2,41	11,1340	0,0898
0,42	1,5220	0,6570	0,92	2,5093	0,3985	1,42	4,1371	0,2417	1,92	6,8210	0,1466	2,42	11,2459	0,0889
0,43	1,5373	0,6505	0,93	2,5345	0,3946	1,43	4,1787	0,2393	1,93	6,8895	0,1451	2,43	11,3589	0,0880
0,44	1,5527	0,6440	0,94	2,5600	0,3906	1,44	4,2207	0,2369	1,94	6,9588	0,1437	2,44	11,4730	0,0872
0,45	1,5683	0,6376	0,95	2,5857	0,3867	1,45	4,2631	0,2346	1,95	7,0287	0,1423	2,45	11,5883	0,0863
0,46	1,5841	0,6313	0,96	2,6117	0,3829	1,46	4,3060	0,2322	1,96	7,0993	0,1409	2,46	11,7048	0,0854
0,47	1,6000	0,6250	0,97	2,6379	0,3791	1,47	4,3492	0,2299	1,97	7,1707	0,1395	2,47	11,8224	0,0846
0,48	1,6161	0,6188	0,98	2,6645	0,3753	1,48	4,3929	0,2276	1,98	7,2427	0,1381	2,48	11,9413	0,0837
0,49	1,6323	0,6126	0,99	2,6912	0,3716	1,49	4,4371	0,2254	1,99	7,3155	0,1367	2,49	12,0613	0,0829

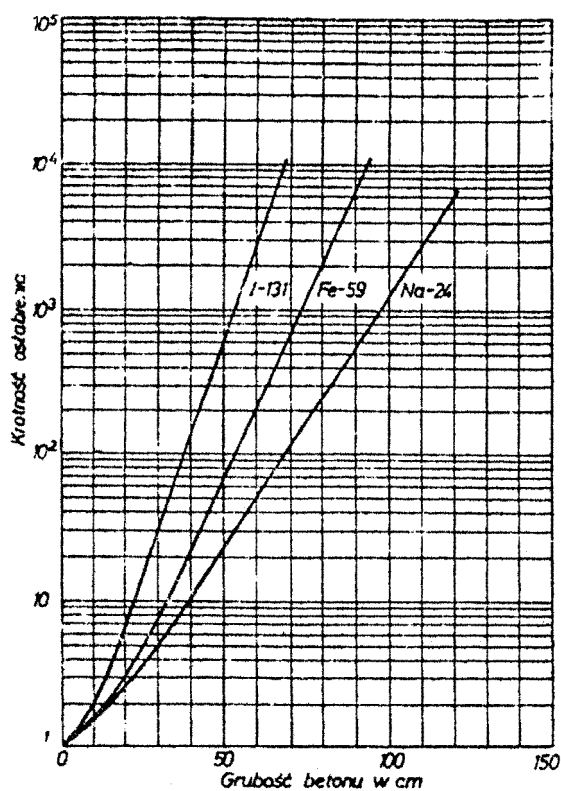


x	e <sup>x</sup>	e <sup>-x</sup>	x	e <sup>x</sup>	e <sup>-x</sup>	x	e <sup>x</sup>	e <sup>-x</sup>	x	e <sup>x</sup>	e <sup>-x</sup>	x	e <sup>x</sup>	e <sup>-x</sup>
2,50	12,1825	0,0821	3,00	20,0855	0,0498	3,50	33,1155	0,0302	4,00	54,598	0,018316	9,00	8103,08	0,000123
2,51	12,3049	0,0813	3,01	20,2874	0,0493	3,51	33,4483	0,0299	4,10	60,340	0,016573	9,10	8955,29	0,000112
2,52	12,4286	0,0805	3,02	20,4913	0,0488	3,52	33,7844	0,0296	4,20	66,686	0,014996	9,20	9897,13	0,000101
2,53	12,5535	0,0797	3,03	20,6972	0,0483	3,53	34,1240	0,0293	4,30	73,700	0,013569	9,30	10938,02	0,000091
2,54	12,6797	0,0789	3,04	20,9052	0,0478	3,54	34,4669	0,0290	4,40	81,451	0,012277	9,40	12088,38	0,000083
2,55	12,8071	0,0781	3,05	21,1153	0,0474	3,55	34,8133	0,0287	4,50	90,017	0,011109	9,50	13359,73	0,000075
2,56	12,9358	0,0773	3,06	21,3276	0,0469	3,56	35,1632	0,0284	4,60	99,484	0,010052	9,60	14764,78	0,000068
2,57	13,0658	0,0765	3,07	21,5419	0,0464	3,57	35,5166	0,0282	4,70	109,947	0,009095	9,70	16317,61	0,000061
2,58	13,1971	0,0758	3,08	21,7584	0,0460	3,58	35,8735	0,0279	4,80	121,510	0,008230	9,80	18033,74	0,000055
2,59	13,3298	0,0750	3,09	21,9771	0,0455	3,59	36,2341	0,0276	4,90	134,290	0,007447	9,90	19930,37	0,000050
2,60	13,4637	0,0743	3,10	22,1980	0,0450	3,60	36,5982	0,0273	5,00	148,413	0,006738	10,00	2,20E+04	4,54E-05
2,61	13,5991	0,0735	3,11	22,4210	0,0446	3,61	36,9661	0,0271	5,10	164,022	0,006097	20,00	4,85E+08	2,06E-09
2,62	13,7357	0,0728	3,12	22,6464	0,0442	3,62	37,3376	0,0268	5,20	181,272	0,005517	30,00	1,07E+13	9,36E-14
2,63	13,8738	0,0721	3,13	22,8740	0,0437	3,63	37,7128	0,0265	5,30	200,337	0,004992	40,00	2,35E+17	4,25E-18
2,64	14,0132	0,0714	3,14	23,1039	0,0433	3,64	38,0918	0,0263	5,40	221,406	0,004517	50,00	5,18E+21	1,93E-22
2,65	14,1540	0,0707	3,15	23,3361	0,0429	3,65	38,4747	0,0260	5,50	244,692	0,004087			
2,66	14,2963	0,0699	3,16	23,5706	0,0424	3,66	38,8613	0,0257	5,60	270,426	0,003698			
2,67	14,4400	0,0693	3,17	23,8075	0,0420	3,67	39,2519	0,0255	5,70	298,867	0,003346			
2,68	14,5851	0,0686	3,18	24,0468	0,0416	3,68	39,6464	0,0252	5,80	330,300	0,003028			
2,69	14,7317	0,0679	3,19	24,2884	0,0412	3,69	40,0448	0,0250	5,90	365,037	0,002739			
2,70	14,8797	0,0672	3,20	24,5325	0,0408	3,70	40,4473	0,0247	6,00	403,429	0,002479			
2,71	15,0293	0,0665	3,21	24,7791	0,0404	3,71	40,8538	0,0245	6,10	445,858	0,002243			
2,72	15,1803	0,0659	3,22	25,0281	0,0400	3,72	41,2644	0,0242	6,20	492,749	0,002029			
2,73	15,3329	0,0652	3,23	25,2797	0,0396	3,73	41,6791	0,0240	6,30	544,572	0,001836			
2,74	15,4870	0,0646	3,24	25,5337	0,0392	3,74	42,0980	0,0238	6,40	601,845	0,001662			
2,75	15,6426	0,0639	3,25	25,7903	0,0388	3,75	42,5211	0,0235	6,50	665,142	0,001503			
2,76	15,7998	0,0633	3,26	26,0495	0,0384	3,76	42,9484	0,0233	6,60	735,095	0,001360			
2,77	15,9586	0,0627	3,27	26,3113	0,0380	3,77	43,3801	0,0231	6,70	812,406	0,001231			
2,78	16,1190	0,0620	3,28	26,5758	0,0376	3,78	43,8160	0,0228	6,80	897,847	0,001114			
2,79	16,2810	0,0614	3,29	26,8429	0,0373	3,79	44,2564	0,0226	6,90	992,275	0,001008			
2,80	16,4446	0,0608	3,30	27,1126	0,0369	3,80	44,7012	0,0224	7,00	1096,633	0,000912			
2,81	16,6099	0,0602	3,31	27,3851	0,0365	3,81	45,1504	0,0221	7,10	1211,967	0,000825			
2,82	16,7769	0,0596	3,32	27,6604	0,0362	3,82	45,6042	0,0219	7,20	1339,431	0,000747			
2,83	16,9455	0,0590	3,33	27,9383	0,0358	3,83	46,0625	0,0217	7,30	1480,300	0,000676			
2,84	17,1158	0,0584	3,34	28,2191	0,0354	3,84	46,5255	0,0215	7,40	1635,984	0,000611			
2,85	17,2878	0,0578	3,35	28,5027	0,0351	3,85	46,9931	0,0213	7,50	1808,042	0,000553			
2,86	17,4615	0,0573	3,36	28,7892	0,0347	3,86	47,4654	0,0211	7,60	1998,196	0,000500			
2,87	17,6370	0,0567	3,37	29,0785	0,0344	3,87	47,9424	0,0209	7,70	2208,348	0,000453			
2,88	17,8143	0,0561	3,38	29,3708	0,0340	3,88	48,4242	0,0207	7,80	2440,602	0,000410			
2,89	17,9933	0,0556	3,39	29,6660	0,0337	3,89	48,9109	0,0204	7,90	2697,282	0,000371			
2,90	18,1741	0,0550	3,40	29,9641	0,0334	3,90	49,4024	0,0202	8,00	2980,958	0,000335			
2,91	18,3568	0,0545	3,41	30,2652	0,0330	3,91	49,8990	0,0200	8,10	3294,468	0,000304			
2,92	18,5413	0,0539	3,42	30,5694	0,0327	3,92	50,4004	0,0198	8,20	3640,950	0,000275			
2,93	18,7276	0,0534	3,43	30,8766	0,0324	3,93	50,9070	0,0196	8,30	4023,872	0,000249			
2,94	18,9158	0,0529	3,44	31,1870	0,0321	3,94	51,4186	0,0194	8,40	4447,067	0,000225			
2,95	19,1060	0,0523	3,45	31,5004	0,0317	3,95	51,9354	0,0193	8,50	4914,769	0,000203			
2,96	19,2980	0,0518	3,46	31,8170	0,0314	3,96	52,4573	0,0191	8,60	5431,660	0,000184			
2,97	19,4919	0,0513	3,47	32,1367	0,0311	3,97	52,9845	0,0189	8,70	6002,912	0,000167			
2,98	19,6878	0,0508	3,48	32,4597	0,0308	3,98	53,5170	0,0187	8,80	6634,244	0,000151			
2,99	19,8857	0,0503	3,49	32,7859	0,0305	3,99	54,0549	0,0185	8,90	7331,974	0,000136			

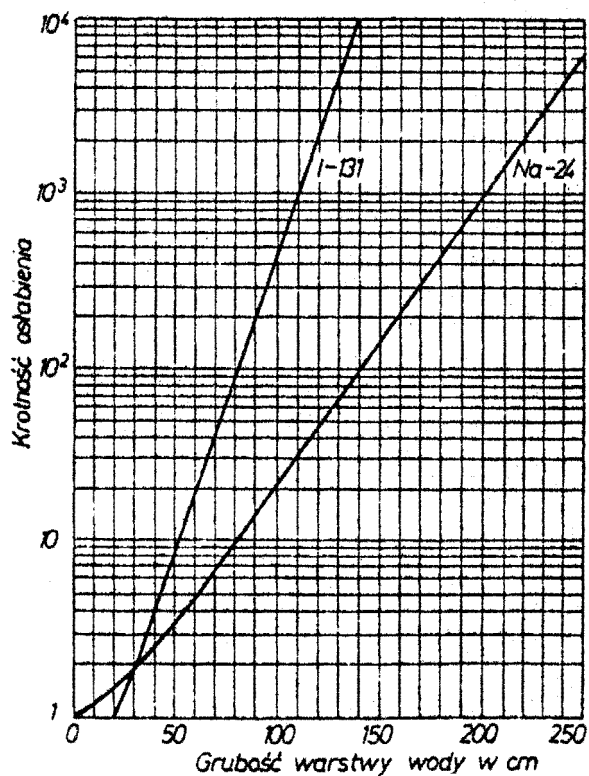
Zależność krotności osłabienia promieniowania gamma od grubości warstwy ołowiu:  $\rho = 11,3 \text{ [g/cm}^3\text{]}$



Zależność krotności osłabienia promieniowania gamma od grubości warstwy betonu:  $p = 2,3 \text{ [g/cm}^3\text{]}$



Zależność krotności osłabienia promieniowania gamma od grubości warstwy wody:  $p = 1,0 \text{ [g/cm}^3\text{]}$



Literatura

Jaracz P., 2001 – Promieniowanie jonizujące w środowisku człowieka. Wyd. UW. Warszawa