

附 录

- (1) 放射性同位素管理机构
- (2) 正在执行的有关放射性物质管理标准和法规（待收集）
- (3) 国内放射性同位素生产和供应单位（待收集）
- (4) 国内核仪器生产、供应和维修、刻度服务单位（待收集）
- (5) 附表

表 1. 基本物理常量

物理量	符号	量值	不确定度(1×10^6)
真空中光速	c	$2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	0
普朗克常量	h	$6.626\,075\,5(40) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	0.60
元电荷	e	$4.803\,206\,8(15) \times 10^{-10} \text{ esu}$	0.30
电子质量	m_e	$0.510\,999\,06(15) \text{ MeV}$ $= 9.109\,389\,7(54) \times 10^{-31} \text{ kg}$	0.30 0.59
质子质量	m_p	$938.272\,31(28) \text{ MeV}$ $= 1.672\,623\,1(10) \times 10^{-27} \text{ kg}$	0.30 0.59
中子质量	m_n	$939.565\,63(28) \text{ MeV}$ $= 1.674\,928\,6(10) \times 10^{-27} \text{ kg}$ $= 1.008\,664\,904(14) \text{ u}$	0.30 0.59 0.014
氘核质量	m_d	$1875.613\,39(57) \text{ MeV}$ $= 3.343\,586\,0(20) \times 10^{-27} \text{ kg}$	0.30
原子质量单位	u	$931.494\,32(28) \text{ MeV}$ $= 1.660\,540\,2(10) \times 10^{-27} \text{ kg}$	0.30 0.59
法拉第常量	F	$9.648\,530\,9(29) \times 10^4 \text{ C/mol}$	0.30
里德伯常量	R_∞	$10\,973\,731.534(13) \text{ m}^{-1}$	0.0012
标准大气压	atm	$101\,325 \text{ Pa}$	0
阿伏伽德罗常量	N_A	$6.022\,136\,7(36) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	0.59
摩尔气体常量	R	$8.134\,510(70) \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$	8.4

说明：单一放射性核素的衰变按下式计算：

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

式中： A_0 —该核素在 $t=0$ 时的活度； $e^{-\lambda t}$ —该核素的衰变因子； λ —衰变常数； t —经过时间； A —经过 t 时间衰变后该核素剩下的活度。

当上式中 $A = A_0/2$ 时， $t = T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 0.693 / \lambda$ ， $\lambda = 0.693 / T_{1/2}$ 。

因而
$$A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-0.693 t / T_{1/2}}$$

下列放射性核素衰变因子表，供计算核素衰变时应用。应用此表时，先算出 $t/T_{1/2}$ 值，再根据 $t/T_{1/2}$ 值查出 $e^{-\lambda t}$ 的值与 A_0 与相乘，即得 A 。

表 2 放射性核素衰变因子表

$t/T_{1/2}$	$e^{-\lambda t}$	$t/T_{1/2}$	$e^{-\lambda t}$	$t/T_{1/2}$	$e^{-\lambda t}$	$t/T_{1/2}$	$e^{-\lambda t}$	$t/T_{1/2}$	$e^{-\lambda t}$
0	1.0000	0.40	0.7579	1.10	0.4665	2.20	0.2176	4.40	0.0474
0.01	0.9931	0.41	0.7526	1.12	0.4601	2.25	0.2102	4.50	0.0442
0.02	0.9862	0.42	0.7474	1.14	0.4538	2.30	0.2031	4.60	0.0412
0.03	0.9794	0.43	0.7423	1.16	0.4475	2.35	0.1901	4.70	0.0385
0.04	0.9726	0.44	0.7371	1.18	0.4413	2.40	0.1895	4.80	0.0359
0.05	0.9659	0.45	0.7320	1.20	0.4353	2.45	0.1830	4.90	0.0335
0.06	0.9593	0.46	0.7270	1.22	0.4293	2.502	0.1768	5.00	0.0312
0.07	0.9526	0.47	0.7220	1.24	0.4234	.55	0.1708	5.10	0.0292
0.08	0.9426	0.48	0.7170	1.26	0.4175	2.60	0.1649	5.20	0.0272
0.09	0.9395	0.49	0.7120	1.28	0.4118	2.65	0.1593	5.30	0.0254
0.10	0.9330	0.50	0.7071	1.30	0.4061	2.70	0.1539	4.40	0.0237
0.11	0.9266	0.52	0.6974	1.32	0.4005	2.75	0.1487	5.50	0.0221
0.12	0.9202	0.54	0.6878	1.34	0.3950	2.80	0.1436	5.60	0.0206
0.13	0.9138	0.56	0.6783	1.36	0.3896	2.85	0.1387	5.70	0.0192
0.14	0.9075	0.58	0.6690	1.38	0.3842	2.90	0.1340	5.80	0.0179
0.15	0.9013	0.60	0.6597	1.40	0.3789	2.95	0.1294	5.90	0.0167
0.16	0.8950	0.62	0.6507	1.42	0.3737	3.00	0.1250	6.00	0.0156
0.17	0.8888	0.640	0.6417	1.44	0.3685	3.05	0.1207	6.20	0.0136
0.18	0.8827	.66	0.6329	1.46	0.3635	3.10	0.1166	6.40	0.0118
0.19	0.8766	0.68	0.6242	1.48	0.3585	3.15	0.1127	6.60	0.0103
0.20	0.8705	0.70	0.6156	1.50	0.3536	3.20	0.1088	6.80	0.0090
0.21	0.8645	0.72	0.6071	1.52	0.3487	3.25	0.1051	7.00	0.0078
0.22	0.8586	0.74	0.5987	1.54	0.3439	3.30	0.1015	7.20	0.0068
0.23	0.8526	0.76	0.5905	1.56	0.3391	3.35	0.0981	7.40	0.0059
0.24	0.8467	0.78	0.5824	1.58	0.3345	3.40	0.0948	7.60	0.0052
0.25	0.8409	0.80	0.5744	1.60	0.3299	3.45	0.0915	7.80	0.0045
0.26	0.8351	0.82	0.5664	1.62	0.3253	3.50	0.0884	8.00	0.0039
0.27	0.8293	0.84	0.5586	1.64	0.3209	3.55	0.0854	8.20	0.0034
0.28	0.8236	0.86	0.5509	1.66	0.3164	3.60	0.0825	8.40	0.0030
0.29	0.8179	0.88	0.5434	1.68	0.3121	3.65	0.0797	8.60	0.0026
0.30	0.8122	0.90	0.5359	1.70	0.3078	3.70	0.0770	8.80	0.0022
0.31	0.8066	0.92	0.5285	1.75	0.2973	3.75	0.0743	9.00	0.0020
0.32	0.8011	0.94	0.5212	1.80	0.2872	3.80	0.0718	9.20	0.0017
0.33	0.7955	0.96	0.5141	1.85	0.2774	3.85	0.0693	9.40	0.0015
0.34	0.7900	0.98	0.5070	1.90	0.2679	3.90	0.0670	9.60	0.0013
0.35	0.7846	1.00	0.5000	1.95	0.2588	3.95	0.0647	9.80	0.0011
0.36	0.7792	1.02	0.4931	2.00	0.2500	4.00	0.0625	10.00	0.0010
0.37	0.7738	1.04	0.4863	2.05	0.2415	4.10	0.0583	11.00	0.0005
0.38	0.7684	1.06	0.4796	2.10	0.2333	4.20	0.0554	12.00	0.0002

0.39	0.7631	1.08	0.4730	2.15	0.2253	4.30	0.0508	13.00	0.0001
------	--------	------	--------	------	--------	------	--------	-------	--------

表 3 原子的核外电子分布

电子壳层 元素名		K	L		M			N		离子化电势
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	I (eV)
1	H	1								13.5984
2	He	2								24.5874
3	Li	2	1							5.3917
4	Be	2	2							9.3227
5	B	2	2	1						8.2980
6	C	2	2	2						11.2603
7	N	2	2	3						14.5341
8	O	2	2	4						13.6181
9	F	2	2	5						17.4228
10	Ne	2	2	6						21.5646
11	Na	2	2	6	1					5.1391
12	Mg	2	2	6	2					7.6462
13	Al	2	2	6	2	1				5.9858
14	Si	2	2	6	2	2				8.1517
15	P	2	2	6	2	3				10.4867
16	S	2	2	6	2	4				10.3600
17	Cl	2	2	6	2	5				12.9676
18	Ar	2	2	6	2	6				15.7596
19	K	2	2	6	2	6		1		4.3407
20	Ca	2	32	6	2	6		2		6.1132
21	Sc	2	2	6	2	6	1	2		6.5615
22	Ti	2	2	6	2	6	2	2		6.8281
23	V	2	2	6	2	6	3	2		6.7462
24	Cr	2	2	6	2	6	5	1		6.7665
25	Mn	2	2	6	2	6	5	2		7.4340
26	Fe	2	2	6	2	6	6	2		7.9024
27	Co	2	2	6	2	6	7	2		7.8810
28	Ni	2	2	6	2	6	8	2		7.6398
29	Cu	2	2	6	2	6	10	1		7.7264
30	Zn	2	2	6	2	6	10	2		9.3942
31	Ga	2	2	6	2	6	10	2	1	5.9993
32	Ge	2	2	6	2	6	10	2	2	7.8994
33	As	2	2	6	2	6	10	2	3	9.7886

电子壳层		N				O			P	离子化电势
元素名		4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	6s	I (eV)
34	Se	2	4							9.7524
35	Br	2	5							11.8138
36	Kr	2	6							13.9996
37	Rb	2	6			1				4.1771
38	Sr	2	6			2				5.6949
39	Y	2	6	1		2				6.2171
40	Zr	2	6	2		2				6.6339
41	Nb	2	6	4		1				6.7589
42	Mo	2	6	5		1				7.0924
43	Tc	2	6	6		2				7.28
44	Ru	2	6	7		1				7.3605
45	Rh	2	6	8		1				7.4589
46	Pd	2	6	10						8.3369
47	Ag	2	6	10		1				7.5762
48	Cd	2	6	10		2				8.9938
49	In	2	6	10		2	1			5.7864
50	Sn	2	6	10		2	2			7.3439
51	Sb	2	6	10		2	3			8.6048
52	Te	2	6	10		2	4			9.0096
53	I	2	6	10		2	5			10.4513
54	Xe	2	6	10		2	6			12.1298

55	Cs	2	6	10		2	6		1	3.8939	
56	Ba	2	6	10		2	6		2	5.2117	
57	La	2	6	10		2	6	1	2	5.5769	
58	Ce	2	6	10	1	2	6	1	2	5.5387	
59	Pr	2	6	10	3	2	6		2	5.473	
60	Nd	2	6	10	4	2	6		2	5.250	
61	Pm	2	6	10	5	2	6	1	2	5.582	
62	Sm	2	6	10	6	2	6		2	5.6436	
63	Eu	2	6	10	7	2	6		2	5.6704	
64	Gd	22	6	10	7	2	6		2	6.1501	
65	Tb	2	6	10	9	2	6		2	5.8638	
66	Dy	2	6	10	10	2	6		2	5.9389	
67	Ho	2	6	10	11	2	6		2	6.0215	
68	Er	2	6	10	12	2	6		2	6.1077	
69	Tm	2	6	10	13	2	6		2	6.1843	
70	Yb	2	6	10	14	2	6		2	6.2542	
71	Lu	2	6	10	14	2	6	1	2	5.4259	
电子壳层		O				P			Q		离子化电势
元素名		5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	7s	7p	I (eV)
72	Hf	2	6	2		2					6.8251
73	Ta	2	6	3		2					7.5496
74	W	2	6	4		2					7.8640
75	Re	2	6	5		2					7.8335
76	Os	2	6	6		2					8.4382
77	Ir	2	6	7		2					8.9670
78	Pt	2	6	9		1					8.9587
79	Au	2	6	10		1					9.2255
80	Hg	2	6	10		2					10.4375
81	Tl	2	6	10		2	1				6.1082
82	Pb	2	6	10		2	2				7.4167
83	Bi	2	6	10		2	3				7.2856
84	Po	2	6	10		2	4				8.417?
85	At	2	6	10		2	5				—
86	Rn	2	6	10		2	6				10.7485

87	Fr	2	6	10			6		1		4.0727
88	Ra	2	6	10		2	6		2		5.2784
89	Ac	2	6	10		2	6	1	2		5.17
90	Th	2	6	10		2	6	2	2		6.3067
91	Pa	2	6	10	2	2	6	1	2		5.89
92	U	2	6	10	3	2	6	1	2		6.1941
93	Np	2	6	10	4	2	6	1	2		6.2657
94	Pu	2	6	10	6	2	6		2		6.0262
95	Am	2	6	10	7	2	6		2		5.9738
96	Cm	2	6	10	7	2	6	1	2		5.9915
97	Bk	2	6	10	9	2	6		2		6.1979
98	Cf	2	6	10	10	2	6		2		6.2817
99	Es	2	6	10	11	2	6		2		6.42
100	Fm	2	6	10	12	2	6		2		6.50
101	Md	2	6	10	13	2	6		2		6.58
102	No	2	6	10	14	2	6		2		6.65
103	Lr	2	6	10	14	2	6		2	1?	4.9?
104	Rf	2	6	10	14	2	6	2	2?		6.0?

表 4 元素的原子量 (日本化学会原子量分委员会 2009年版)

原子序数	元素符号	中文名称	英文名称	原子量
1	H	氢	Hydrogen	1.007 94(7)
2	He	氦	Helium	4.002 602(2)
3	Li	锂	Lithium	6.941 (2)
4	Be	铍	Beryllium	9.012 182 (3)
5	B	硼	Boron	10.811 (7)
6	C	碳	Carbon	12.010 7 (8)
7	N	氮	Nitrogen	14.006 7 (2)
8	O	氧	Oxygen	15.999 4 (3)
9	F	氟	Fluorine	18.998 403 2(5)
10	Ne	氖	Neon	20.179 7 (6)
11	Na	钠	Sodium	22.989 769 28(2)
12	Mg	镁	Magnesium	24.305 0 (6)
13	Al	铝	Aluminium	26.981 538 6(8)
14	Si	硅	Silicon	28.085 5 (3)
15	P	磷	Phosphorus	30.973 762 (2)
16	S	硫	Sulfur	32.065 (5)
17	Cl	氯	Chlorine	35.453 (2)

18	Ar	氩	Argon	39.948 (1)
19	K	钾	Potassium	39.098 3 (1)
20	Ca	钙	Calcium	40.078 (4)
21	Sc	钪	Scandium	44.955 912 (6)
22	Ti	钛	Titanium	47.867 (1)
23	V	钒	Vanadium	50.941 5 (1)
24	Cr	铬	Chromium	51.996 1 (6)
25	Mn	锰	Manganese	54.938 045 (5)
26	Fe	铁	Iron	55.845 (2)
27	Co	钴	Cobalt	58.933 195 (5)
28	Ni	镍	Nickel	58.693 4 (4)
29	Cu	铜	Copper	63.546 (3)
30	Zn	锌	Zinc	65.38 (2)
31	Ga	镓	Gallium	69.723 (1)
32	Ge	锗	Germanium	72.64 (1)
33	As	砷	Arsenic	74.921 60 (2)
34	Se	硒	Selenium	78.96 (3)
35	Br	溴	Bromine	79.904 (1)
36	Kr	氪	Krypton	83.798 (2)
37	Rb	铷	Rubidium	85.467 8 (3)
38	Sr	锶	Strontium	87.62 (1)
39	Y	钇	Yttrium	88.905 85 (2)
40	Zr	锆	Zirconium	91.224 (2)
41	Nb	铌	Niobium	92.906 38 (2)
42	Mo	钼	Molybdenum	95.96 (2)
43	Tc	锝	Technetium	
44	Ru	钌	Ruthenium	101.07 (2)
45	Rh	铑	Rhodium	102.905 50 (2)
46	Pd	钯	Palladium	106.42 (1)
47	Ag	银	Silver	107.868 2 (2)
48	Cd	镉	Cadmium	112.411 (8)
49	In	铟	Indium	114.818 (3)
50	Sn	锡	Tin	118.710 (7)
51	Sb	锑	Antimony	121.760 (1)
52	Te	碲	Tellurium	127.60 (3)
53	I	碘	Iodine	126.904 47 (3)
54	Xe	氙	Xenon	131.293 (6)
55	Cs	铯	Caesium	132.905 451 9 (2)
56	Ba	钡	Barium	137.327 (7)
57	La	镧	Lanthanum	138.905 47 (7)

58	Ce	铈	Cerium	140.116 (1)
59	Pr	镨	Praseodymium	140.907 65 (2)
60	Nd	钕	Neodymium	144.242 (3)
61	Pm	钷	Promethium	
62	Sm	钐	Samarium	150.36 (2)
63	Eu	铕	Europium	151.964 (1)
64	Gd	钆	Gadolinium	157.25 (3)
65	Tb	铽	Terbium	158.925 35 (2)
66	Dy	镝	Dysprosium	162.500 (1)
67	Ho	钬	Holmium	164.930 32 (2)
68	Er	铒	Erbium	167.259 (3)
69	Tm	铥	Thulium	168.934 21 (2)
70	Yb	镱	Ytterbium	173.054 (5)
71	Lu	镥	Lutetium	174.966 8 (1)
72	Hf	铪	Hafnium	178.49 (2)
73	Ta	钽	Tantalum	180.947 88 (2)
74	W	钨	Tungsten	183.84 (1)
75	Re	铼	Rhenium	186.207 (1)
76	Os	锇	Osmium	190.23 (3)
77	Ir	铱	Iridium	192.217 (3)
78	Pt	铂	Platinum	195.084 (9)
79	Au	金	Gold	196.966 569 (4)
80	Hg	汞	Mercury	200.59 (2)
81	Tl	铊	Thallium	204.383 3 (2)
82	Pb	铅	Lead	207.2 (1)
83	Bi	铋	Bismuth	208.980 40 (1)
84	Po	钋	Polonium	
85	At	砹	Astatine	
86	Rn	氡	Radon	
87	Fr	钫	Francium	
88	Ra	镭	Radium	
89	Ac	锕	Actinium	
90	Th	钍	Thorium	232.038 06 (2)
91	Pa	镤	Protactinium	231.035 88 (2)
92	U	铀	Uranium	238.028 91 (3)
93	Np	镎	Neptunium	
94	Pu	钚	Plutonium	
95	Am	镅	Americium	
96	Cm	镆	Curium	

97	Bk	锫	Berkelium	
98	Cf	锪	Californium	
99	Es	锿	Einsteinium	
100	Fm	镄	Fermium	
101	Md	钔	Mendelevium	
102	No	锘	Nobelium	
103	Lr	铹	Lawrencium	
104	Rf	金卢	Rutherfordium	
105	Db	金杜	Dubnium	
106	Sg	金喜	Seaborgium	
107	Bh	金波	Bohrium	
108	Hs	金黑	Hasseum	
109	Mt	金麦	Meitnerium	
110	Db	金达	Darmstadtium	
111	Rg	金仑	Roentgenium	
112-118	未命名			
117	未发现			

表 5. 元素的物理性质

元素 符号	名称	密度 (20 °C) g/cm ³	熔点, °C	沸点, °C	热容量 (J · K ⁻¹ · mol ⁻¹)	线膨胀系 数 (α) × 10 ⁶	电阻抗 (Q · m) × 10 ⁸	色, 结晶构造
Ag	银	10.50	961.93	2184	25.49	18.9	1.59	银白金属 立方
Al	铝	2.69	660.4	2486	24.34	23.1	2.6548	银白金属 六方
As	砷	5.73	817	613	24.64	43	33.3	灰色金属 三方晶 (灰) 立方晶 (黄) 无定形 (黑)
Au	金	19.3	1064.43	2710	25.38	14.2	2.35	黄金金属 立方
B	硼	2.53	2300	2527	11.09	4.7	1.8 × 10 ²	黑金属光泽 三方晶 正 方
Ba	钡	3.5	725	1639	26.36	18.1~21	—	银白金属 体心
Be	铍	1.84	1278	2399	14.43	11.3	4.0	灰金属 六方
Bi	铋	9.8	271.4	1560	25.52	13.4	106.8	银白 (带红金属 三方晶
C	碳	3.51	3600	4800	6.115	1.0	1375.0	无色 立方
	石墨	2.25	>3500	4918	8.527	3.1	—	灰黑 六方
Ca	钙	1.54	848	1487	26.28	22	3.91	银白金属 立方 六方 体 心
Cd	镉	8.64	321.1	764.3	26.04	30.8	6.83	银白金属 六方
Ce	铈	6.8	795	2527	—	—	75.0	灰色金属 α六方 β立方

Co	钴	8.8	1494	2747	24.95	13.0	6.24	灰白金属 α 六方 β 立方
Cr	铬	7.20	1890	2212	23.35	4.9	12.9	银白金属 体心
Cs	铯	1.87	28.5	703.3	32.30	97	20	银白金属 体心
Cu	铜	8.93	1084.5	2580	24.45	16.5	1.6730	红金属 立方
Fe	铁	7.86	1535	2754	24.97	11.8	9.71	灰白金属 体心 立方
Ga	镓	5.9	29.78	2403	26.07	53	17.4	白 (带青) 金属 斜方晶
Ge	锗	5.4	958.5	2691	23.4	5.7	46×10 ⁶	灰白金属光泽金刚石型
Hg	汞	13.59	-38.86	356.72	27.98	—	98.4	液银白 固银白金属 α 三方晶 β 正方晶
In	铟	7.3	156.63	2000	26.74	32.1	8.37	银白金属 立方晶
Ir	铱	22.5	2457	4527	25.6	6.4	5.3	白银金属 立方
K	钾	0.86	63.5	765.5	29.51	85	6.15	银白金属 体心
La	镧	6.15	—	—	27.8	—	5.70	白色金属 六方 立方 体心
Li	锂	0.534	179	1327	23.64	56	8.55	银白金属 体心 低温六方
Mg	镁	1.74	651	1097	24.81	24.8	4.45	银白金属 六方
Mn	锰	7.42	1244	2152	26.32	22.3	185.0	银白金属 立方晶 体心
Mo	钼	10.2	2610	4804	23.75	3.7~5.3	5.2	银白金属 体心
Na	钠	0.97	97.81	881	28.23	70	4.2	银白金属 体心 低温六方
Nb	铌	8.56	—	—	24.89	—	12.5	灰色金属 体心
Ni	镍	8.85	1455	2731	26.05	13.4	6.84	银白金属 立方 高温灰六方
Os	锇	22.5	2700	5500	24.89	4.7	9.5	青灰金属 六方
P	黄磷	1.83	44.1	279.8	23.82	—	—	淡黄
	红磷	2.35	589.5	—	21.26	—	—	红褐色 无定型
Pb	铅	11.34	327.5	1750	26.82	28.9	20.648	白色金属 立方
Pd	钯	12.16	1554	3167	26.2	11.8	10.8	银白金属 立方
Pt	铂	21.37	1772	3827	26.75	8.8	10.6	银色金属 立方
Rb	铷	1.532	38.89	679.5	30.88	—	12.5	银白金属 体心
Rh	铑	12.44	1963	3727	24.5	8.2	5.1	银白金属 立方
Ru	钌	12.06	2250	3900	24.31	6.75	7.6	银白金属 六方
S	斜方	2.07	112.8	444.6	26.60	—	2×10 ²³	α 黄斜方晶 β 淡黄单斜晶
	单斜	1.96	119	444.6	23.68	—	—	γ 黄白 单斜晶
	无定形	1.92	—	—	—	—	—	
Sb	锑	6.69	630.7	1617	25.43	11.0	39.0	银白金属 黄 (Sb ₄)
Se	硒	4.82	220.2	684.9	25.36	20.3	10 ⁶	金属 灰黑 六方 结晶 红 单斜晶
Si	硅	2.34	1414	2642	19.99	2.6	3~4	灰金属光泽 金刚石型
Sn	锡	7.28	231.97	2270	29.53	22.0	11.0	灰金属 金刚石型
Sr	锶	2.6	769	1383	26.79	—	23.0	银白金属 立方 六方 体

								心
Ta	钽	16.6	2996	5425	25.29	6.3	12.45	灰黑金属 体心
Te	碲	6.25	449.8	989.8	25.56	16.8	4.36x10 ³	金属银灰 无定型灰
Th	钍	11.7	1800	3000	27.33	11.3	13.0	银灰金属 立方 体心
Ti	钛	4.50	1675	3262	25.06	8.6	42.0	银灰金属 六方 立方
Tl	铊	11.85	302.5	1457	26.40	—	18.0	白色金属 六方 体心
U	铀	18.7	1133	3887	27.45	—	30.0	银白金属 斜方晶 正方晶 立方晶
V	钒	5.8	1890	3000	25.0	8.4	24.8~26	银灰金属 体心
W	钨	19.1	3387	5927	24.32	4.5	5.65	灰白金属 体心
Zn	锌	7.12	419.58	903	25.48	30.2	5.916	青白金属 六方
Zr	锆	6.53	1852	3578	25.15	5.4	40.0	银白金属 六方 体心

表 6 X射线能量和吸收限

原子序号	元素名	K series (keV)				L series (keV)	
		$K_{\alpha 1}$	$K_{\beta 1}$	$K_{\alpha 2}$	$K_{\alpha 1}$	L_{IIIab}	$L_{\alpha 1}$
1	H	0.014					
2	He	0.025					
3	Li	0.055			0.054		
4	Be	0.112			0.108		
5	B	0.191			0.183		
6	C	0.285			0.277		
7	N	0.410			0.392		
8	O	0.543			0.525		
9	F	0.697			0.677		
10	Ne	0.870			0.849	0.022	
11	Na	1.072			1.041	0.030	
12	Mg	1.303	1.30		1.254	0.049	
13	Al	1.558	1.554	1.487	1.486	0.073	
14	Si	1.839	1.836	1.740	1.739	0.099	
15	P	2.149	2.136	2.010	2.009	0.135	
16	S	2.472	2.464	2.308	2.307	0.164	
17	Cl	2.823	2.816	2.622	2.621	0.200	
18	Ar	3.206	3.190	2.957	2.955	0.249	
19	K	3.608	3.590	3.314	3.311	0.295	
20	Ca	4.039	4.013	3.692	3.688	0.347	0.341
21	Sc	4.490	4.461	4.091	4.086	0.399	0.396
22	Ti	4.966	4.932	4.511	4.505	0.455	0.452
23	V	5.466	5.427	4.952	4.945	0.513	0.511
24	Cr	5.991	5.947	5.415	5.405	0.576	0.572
25	Mn	6.538	6.490	5.899	5.888	0.639	0.637
26	Fe	7.111	7.058	6.404	6.391	0.708	0.704
27	Co	7.711	7.649	6.930	6.915	0.781	0.776
28	Ni	8.332	8.265	7.478	7.461	0.854	0.851
29	Cu	8.981	8.905	8.048	8.028	0.933	0.929
30	Zn	9.661	9.572	8.639	8.616	1.022	1.012
31	Ga	10.367	10.264	9.252	9.225	1.117	1.098
32	Ge	11.104	10.982	9.886	9.855	1.217	1.188
33	As	11.867	11.726	10.544	10.508	1.323	1.282
34	Se	12.658	12.496	11.222	11.182	1.436	1.379
35	Br	13.474	13.292	11.924	11.878	1.550	1.481
36	Kr	14.326	14.111	12.651	12.598	1.678	1.581
37	Rb	15.200	14.961	13.395	13.336	1.805	1.694
38	Sr	16.105	15.836	14.165	14.098	1.940	1.806
39	Y	17.039	16.738	14.958	14.883	2.080	1.923
40	Zr	18.000	17.667	15.775	15.691	2.225	2.042
41	Nb	18.983	18.623	16.615	16.521	2.368	2.166
42	Mo	20.000	19.607	17.479	17.374	2.520	2.293
43	Tc	21.044	20.619	18.367	18.251	2.677	2.424
44	Ru	22.117	21.657	19.279	19.150	2.838	2.558
45	Rh	23.220	22.724	20.216	20.074	3.004	2.697
46	Pd	24.350	23.819	21.177	21.020	3.174	2.839
47	Ag	25.514	24.943	22.163	21.990	3.352	2.984
48	Cd	26.711	26.095	23.174	22.984	3.538	3.134
49	In	27.940	27.276	24.210	24.002	3.730	3.287
50	Sn	29.200	28.486	25.271	25.044	3.929	3.444

原子序号	元素名	K series (keV)				L series (keV)	
		K _{ab}	K _{β1}	K _{α1}	K _{α2}	L _{IIIab}	L _{α1}
51	Sb	30.491	29.726	26.359	26.111	4.132	3.605
52	Te	31.814	30.995	27.472	27.202	4.341	3.769
53	I	33.170	32.295	28.612	28.317	4.557	3.938
54	Xe	34.566	33.624	29.782	29.461	4.787	4.106
55	Cs	35.985	34.987	30.973	30.625	5.012	4.286
56	Ba	37.441	36.378	32.194	31.817	5.247	4.466
57	La	38.925	37.801	33.442	33.034	5.483	4.651
58	Ce	40.444	39.258	34.720	34.279	5.724	4.840
59	Pr	41.991	40.748	36.026	35.550	5.965	5.033
60	Nd	43.569	42.272	37.361	36.847	6.208	5.230
61	Pm	45.185	43.827	38.725	38.171	6.465	5.432
62	Sm	46.835	45.414	40.118	39.522	6.717	5.636
63	Eu	48.519	47.038	41.542	40.902	6.977	5.846
64	Gd	50.239	48.695	42.996	42.309	7.243	6.058
65	Tb	51.996	50.384	44.482	43.744	7.515	6.273
66	Dy	53.788	52.113	45.998	45.208	7.790	6.495
67	Ho	55.618	53.877	47.547	46.700	8.071	6.720
68	Er	57.486	55.674	49.128	48.221	8.358	6.949
69	Tm	59.390	57.505	50.742	49.773	8.648	7.180
70	Yb	61.332	59.383	52.389	51.354	8.943	7.416
71	Lu	63.314	61.290	54.070	52.965	9.244	7.656
72	Hf	65.351	63.243	55.790	54.611	9.561	7.899
73	Ta	67.413	65.222	57.535	56.280	9.881	8.146
74	W	69.523	67.244	59.318	57.981	10.205	8.398
75	Re	71.675	69.309	61.141	59.718	10.535	8.652
76	Os	73.871	71.414	63.000	61.486	10.871	8.911
77	Ir	76.111	73.560	64.896	63.287	11.215	9.175
78	Pt	78.395	75.749	66.831	65.122	11.564	9.443
79	Au	80.722	77.982	68.806	66.991	11.918	9.713
80	Hg	83.103	80.255	70.818	68.894	12.284	9.989
81	Tl	85.529	82.574	72.873	70.832	12.657	10.268
82	Pb	88.005	84.938	74.969	72.805	13.035	10.551
83	Bi	90.526	87.349	77.107	74.815	13.418	10.839
84	Po	93.105	89.807	79.290	76.863	13.814	11.130
85	At	95.730	92.315	81.517	78.948	14.214	11.426
86	Rn	98.400	94.868	83.787	81.069	14.619	11.726
87	Fr	101.140	97.474	86.105	83.231	15.031	12.031
88	Ra	103.920	100.130	88.471	85.431	15.444	12.339
89	Ac	106.760	102.841	90.886	87.675	15.871	12.651
90	Th	109.650	105.604	93.350	89.957	16.300	12.968
91	Pa	112.600	108.422	95.863	92.282	16.733	13.291
92	U	115.610	111.298	98.434	94.654	17.168	13.618
93	Np	118.680	114.234	101.059	97.069	17.608	13.946
94	Pu	121.820	117.228	103.734	99.525	18.057	14.282
95	Am	125.030	120.234	106.472	102.030	18.504	14.620
96	Cm	128.220	123.403	109.271	104.590	18.930	14.961
97	Bk	131.590	126.580	112.121	107.185	19.452	15.308
98	Cf	135.960	129.823	115.032	109.831	19.930	15.660
99	Es	139.490	133.137	118.012	112.531	20.410	16.016
100	Fm	143.090	136.521	121.058	115.285	20.900	16.377

表 7. 希腊字母表

大写	小写	英文读法	大写	小写	英文读法
A	α	alpha	N	ν	nu
B	β	beta	Ξ	ξ	xi
Γ	γ	gamma	Ο	ο	omicron

Δ	δ	delta	Π	π	pi
E	ε	epsilon	P	ρ	rho
Z	ζ	zeta	Σ	$\varsigma\sigma$	sigma
H	η	eta	T	τ	tau
Θ	θ	theta	Υ	υ	upsilon
I	ι	iota	Φ	ϕ	phi
K	κ	kappa	χ	χ	chi
Λ	λ	lambda	Ψ	ψ	psi
M	μ	mu	Ω	ω	omega

表 8. 元素周期表

新世纪元素周期表

原子序数 92 U 元素符号
元素名称 铀 外围电子构型

稳定元素 天然放射性同位素 天然放射性元素 人造放射性元素

周期	族 IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	1s ²	1s ²														He
2	2s ²	2s ²														
3	3s ²	3s ²														
4	4s ²	4s ²														
5	5s ²	5s ²														
6	6s ²	6s ²														
7	7s ²	7s ²														
8	8s ²	8s ²														

镧系

铈系

超铀系

主要参考资料

1. 卢玉楷主编, 放射性同位素应用手册, 上海科学普及出版社, 2004年
2. 日本アイソトープ 協会编, "アイソトープ手帳" (Radioisotope Pocket Data Book), 2001 年
3. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局发布, 电离辐射防护与辐射源安全基本标准 GB18871—2002
4. 卢玉楷等著, 放射性核素概论, 科学出版社, 1987年
5. 肖伦主编, 放射性同位素技术, 原子能出版社, 2005 年
6. 孙树正著, 放射源制备和应用, 原子能出版社, 1993 年
7. 蔡善钰著, 人造元素, 上海科学普及出版社, 2006 年
8. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局发布, 密封放射源一般要求和分级 GB4075—2003
9. 中华人民共和国国家技术监督局发布, 密封放射源的泄漏检验方法 GB-15849-1995
10. 中华人民共和国国家环境保护总局公告, 2005 年第 62 号, 关于发布放射源分类办法的公告
11. IAEA TECDOC-1344 放射源分类
12. 范深根, 娄云编著, 放射性和辐射的安全使用, 中国科学技术出版社, 2001 年
13. 卫生部法制与监督司和公安部三局编, 全国放射事故案例汇编, 中国科学技术出版社, 2001 年
14. The Radiochemical Centre 2/6 Technical bulletin 1972
15. 李星洪等编著, 辐射防护基础, 原子能出版社, 1982 年
16. 中华人民共和国质量监督检验检疫总局和中国国家标准化管理委员会发布, GB 11806-2004 放射性物质安全运输规定
17. 国务院 562 令, 放射性物品运输安全管理条例, 2009 年
18. ICRP 1007 (2008 年发布)
19. 原子高科 工业同位素产品目录
20. 原子高科 医业同位素产品目录