

核素数据手册

73

原子能出版社

核素数据手册

卢希庭 陈志才 陈进贵 编

原子能出版社
一九八二年六月九日

027438

核素数据手册

卢希庭 陈志才 陈进贵 编

原子能出版社出版

(北京 2108 信箱)

北京印刷一厂印刷

(北京市西便门)

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $7 \frac{1}{8}$ · 字数 138 千字

1981年11月第一版·1981年11月第一次印刷

印数 001— 4,000 · 统一书号: 15175·361

定价: 0.90元

内 容 简 介

本手册收集了约 2000 种核素及 500 种同质异能素的常用数据，内容包括：核素的原子质量、自旋、宇称、质量过剩、半衰期、丰度、衰变类型，各种辐射的能量及强度，热中子截面；作刻度用的 α 粒子、 γ 射线的能量标准；内转换电子强度、内转换系数刻度标准；元素的一些物理和化学的性质；常用物理常数。本手册主要根据国外 1978、1979 年出版的资料编纂而成。

本手册可供核物理和放射化学科学工作者，从事放射性核素和核技术应用工作的技术人员，以及有关的大学师生参考。

目 录

核素表.....	1
α 粒子能量标准	414
γ 射线能量标准	419
内转换电子强度标准.....	424
内转换系数刻度标准.....	426
元素的性质.....	428
常用物理常数.....	446
主要参考文献.....	451

核 素 表

本核素表收集了约二千种核素及五百种同质异能素的主要性质，每个核素的性质分六栏列出。

第一栏是核素 ${}^A_Z\text{El}$ ，El 为元素符号的代号， Z 为原子序数， A 为质量数。每个元素的第一个同位素用黑体表示，其余的只给出质量数。质量数后面带有“m”者，表示寿命较长的同质异能素；带有“m”加圆括号的核素，表示可能是同质异能素；带有“g”加圆括号的核素，表示可能是基态核。质量数相同而其后不带“m”者，表示同质异能素的相对位置是未知的。质量数后面带有符号“f”者，表示裂变同质异能素。两种以上的同质异能素及

裂变同质异能素分别用 m_1, m_2 和 f_1, f_2 来表示。

第二栏是自旋 I 和宇称 π 。带圆括号者是可能值，带方括号者是系统学的推论值。

第三栏是质量过剩 Δ ，定义为 $\Delta \equiv M - A$ ， M 是核素的原子质量，其单位是以 ^{12}C 为标准的原子质量单位 u 。表中 Δ 以 MeV 为单位来表示。带“s”者是系统学的估计值。

第四栏是半衰期 $T_{1/2}$ 或丰度。半衰期的单位用 y(年)、d(天)、h(小时)、m(分)、s(秒)、ms(10^{-3} 秒)、 μs (10^{-6} 秒)、ns(10^{-9} 秒)、ps(10^{-12} 秒)、fs(10^{-15} 秒)、as(10^{-18} 秒)等表示。丰度以黑体字表示。带有问号者表示其值不很可靠。对某些不稳定核素用能级宽度 Γ 来代替半衰期，单位是 MeV。

第五栏是衰变类型：

β^- ——负 β 衰变；

β^+ ——正 β 衰变；

EC——轨道电子俘获；

ϵ —— $\beta^+ + \text{EC}$

IT——同质异能跃迁（包括放出 γ 和内转换电子的跃迁）；

α —— α 衰变；

SF——自发裂变（只列出其分支比 $\geq 1\%$ 者），分支比后面的括号内的数字为 SF 半衰期；

p——质子衰变（如 $^{53\text{m}}\text{Co}$ 的衰变情形）；

$\beta^-\beta^-$ ——双 β^- 衰变；

β^-n ——跟随 β^- 衰变的缓发中子发射，其它缓发粒子发射类型（ $\beta^-\alpha$ 、 ϵp 、 $\epsilon \alpha$ 、 ϵSF 等）的意义类同；

$2\alpha, n\alpha$ 等——发射相应粒子的衰变；
加方括号的衰变类型表示该衰变类型由形成方法推论出来的。

第六栏是有辐射或截面数据的核素名。

第七栏是辐射和截面。辐射类型后面的数值指该辐射的能量，除X射线能量以keV为单位外，其余的以MeV为单位。能量值后的圆括号内的数值为该辐射的相对强度，带%号的表示绝对强度。 β 粒子能量均系该组的最大能量。 γ 射线的绝对强度系指每一个核衰变时放出该 γ 射线的几率。 $\gamma^\pm$ 指正、负电子湮没辐射($E_\gamma = 0.511$ MeV)。 α 、 β 、 γ 辐射的能量值，一般按强度的大小取四组，其余的辐射只取主要的能量值。所有的X射线都指 $K_{\alpha 1}$ 线，除同质异能素外，均属于子核的。截面 σ 指热中子($E_n = 0.0253$ eV)引起的反

应截面，反应堆谱中子(近似于热区中子)或镉下中子 ($E_n \lesssim 0.5 \text{ eV}$) 引起的核反应截面分别用“堆谱”和“镉下”二字另注出。截面均以靶(10^{-24} cm^2)为单位。 σ_c 为 (n, γ) 反应截面， σ_a 为中子吸收截面， $\sigma(n, \alpha)$ 为 (n, α) 反应截面， $\sigma(n, p)$ 为 (n, p) 反应截面， σ_f 为裂变截面。

${}^A_Z\text{E}I$	$I\pi$	$\Delta(\text{MeV})$	$T_{1/2}$ 或丰度 (%)	衰变类型
${}^1_0\text{n}$	$1/2+$	8.071	10.6 m	β^-
${}^1_1\text{H}$	$1/2+$	7.289	99.985	
2	$1+$	13.136	0.0148	
3	$1/2+$	14.950	12.33 y	β^-
4	$2-$	25.92	$\Gamma=3$	
5		33.79		
${}^3_2\text{He}$	$1/2+$	14.931	1.38×10^{-4}	
4	$0+$	2.425	99.99986	
5	$3/2-$	11.39	$\Gamma=0.60$	
6	$0+$	17.597	0.808 s	β^-
7		26.111	$\Gamma=0.16$	
8	$0+$	31.609	0.122 s	β^-, β^-n 12%
${}^4_3\text{Li}$	$2-$	25.13		
5	$3/2-$	11.68	$\Gamma \approx 1.5$	
6	$1+$	14.087	7.5	
7	$3/2-$	14.908	92.5	
8	$2+$	20.947	0.84 s	$\beta^-2\alpha$
9	$(3/2)-$	24.955	0.178 s	β^-, β^-n 2 α
10		33.83	$\Gamma \approx 1.2$	35%

核 素	辐 射 和 截 面
^1n	β^- 0.782
^1H	σ_c 0.332
^2H	σ_c 5.2×10^{-4}
^3H	β^- 0.01861; $\sigma_c < 6 \times 10^{-8}$
^3He	$\sigma_c < 1 \times 10^{-4}$ (堆谱), $\sigma(\text{n}, \text{p}) 5.33 \times 10^3$
^6He	β^- 3.508; 未见 γ
^8He	γ 0.99 (88%)
^6Li	σ_c 0.038 (堆谱); $\sigma(\text{n}, \alpha) 942$
^7Li	σ_c 0.045 (堆谱)
^8Li	α 1.6; β^- 13
^9Li	α 0.3(12.4), 0.7(100); β^- 13.5($\approx 75\%$), 11.0($\approx 25\%$); n 0.3(93.6), 0.65(6.4), ≈ 1 (9.4)

$\begin{smallmatrix} A \\ Z \end{smallmatrix} \text{El}$	$I\pi$	$\Delta(\text{MeV})$	$T_{1/2}$ 或丰度 (%)	衰变类型
$\begin{smallmatrix} 11 \\ 3 \end{smallmatrix} \text{Li}$		40.94	8.5 ms	β^- , β^-n 61%
$\begin{smallmatrix} 6 \\ 4 \end{smallmatrix} \text{Be}$	0+	18.375	$\Gamma=0.092$	
7	3/2-	15.770	53.3 d	EC
8	0+	4.942	0.07 fs	2 α
9	3/2-	11.348	100	
10	0+	12.608	$1.6 \times 10^6 \text{y}$	β^-
11	1/2+	20.176	13.8 s	β^- , $\beta^- \alpha$ 3%
12	0+	25.03	11.4 ms	β^- , β^-n
13		34.90 s		
14	0+	40.97 s		
$\begin{smallmatrix} 7 \\ 5 \end{smallmatrix} \text{B}$		27.94	$\Gamma=1.4$	
8	2+	22.922	0.769 s	β^+ 2 α
9	3/2-	12.416	0.85 as	p 2 α
10	3+	12.052	19.8	
11	3/2-	8.668	80.2	
12	1+	13.370	20.4ms	β^- , $\beta^- 3 \alpha$ 1.6%
13	3/2-	16.562	17.4ms	β^- , β^-n 0.28%

核 素	辐 射 和 截 面
${}^7\text{Be}$	γ 0.477593 (10.35%) $\sigma(n, \alpha)$ 0.14 (镅下), $\sigma(n, p)$ 4.9×10^4 (堆谱)
${}^8\text{Be}$	α 0.04606
${}^9\text{Be}$	σ_c 0.0076
${}^{10}\text{Be}$	β^- 0.555; 未见 γ ; $\sigma_c < 0.001$ (堆谱)
${}^{11}\text{Be}$	β^- 11.48(61%), 9.32(29%), 4.65(6.5%), 3.6(4.1%); γ 2.1248(33%), 6.7905(4.51%), 5.8518(2.13%), 4.6663(2.0%), 7.9747(1.74%)
${}^8\text{B}$	β^+ 13.7
${}^{10}\text{B}$	σ_c 0.5 (堆谱), $\sigma(n, \alpha)$ 3838, $\sigma(n, p)$ 0.178 (堆谱)
${}^{11}\text{B}$	σ_c 0.005
${}^{12}\text{B}$	β^- 13.373; γ 4.43(1.29%)
${}^{13}\text{B}$	β^- 13.4; γ 3.68(7.6%)

$\begin{smallmatrix} A \\ Z \end{smallmatrix} E I$	$I\pi$	$\Delta(\text{MeV})$	$T_{1/2}$ 或 丰度 (%)	衰变类型
$\begin{smallmatrix} 14 \\ 5 \end{smallmatrix} \text{B}$	2-	23.657	16 ms	β^-
15		29.53 s		
16		38.00 s		
17		45.27 s		
$\begin{smallmatrix} 8 \\ 6 \end{smallmatrix} \text{C}$	0+	35.085	$\Gamma=0.2$	
9	(3/2-)	28.912	0.1265 s	$\beta^+ \text{ p } 2\alpha$
10	0+	15.703	19.2 s	β^+
11	3/2-	10.650	20.38 m	$\beta^+ 99\%, \text{EC}$ 0.241%
12	0+	0	98.89	
13	1/2-	3.125	1.11	
14	0+	3.020	5730 y	β^-
15	1/2+	9.873	2.449 s	β^-
16	0+	13.693	0.75 s	$\beta^- \text{ n } > 98.8\%$
17		21.06 s		
18	0+	25.37 s		
19		33.33 s		
$\begin{smallmatrix} 11 \\ 7 \end{smallmatrix} \text{N}$		25.23	$\Gamma=0.7$	
12	1+	17.338	11.0 ms	$\beta^+, \beta^+ 3\alpha$ 3.5%

核 素	辐 射 和 截 面
^{14}B	β^- 14.0, 9.39; γ 6.09(90%, 100), 6.73(10)
^{10}C	β^+ 1.865; γ 0.71829(98.53%, 100), 1.02178(1.468)
^{11}C	β^+ 0.9608
^{12}C	σ_c 0.0034
^{13}C	σ_c 9×10^{-4}
^{14}C	β^- 0.155; σ_c 1×10^{-6} (堆谱)
^{15}C	β^- 9.82(32%), 4.51(68%); γ 5.29887(68%)
^{16}C	n 0.79(84.4%), 1.72(15.6%)
^{12}N	α 0.1915, β^+ 16.384; γ 4.43(2.10%, 100), 12.71(0.29), 15.11(0.178)

${}^A_Z\text{El}$	$I\pi$	$\Delta(\text{MeV})$	$T_{1/2}$ 或丰度 (%)	衰变类型
${}^{13}_7\text{N}$	1/2-	5.346	9.96 m	β^+
14	1+	2.863	99.63	
15	1/2-	0.102	0.366	
16	2-	5.682	7.13 s	β^- , $\beta^- \alpha$ 0.0012%
17	1/2-	7.870	4.17 s	β^- , $\beta^- n$ 95%
18	0, 1, 2-	13.274	0.63 s	β^-
19		15.60		
20		22.20 s		
21		26.95 s		
${}^{13}_8\text{O}$	3/2-	23.105	8.9 ms	$\beta^+ p$
14	0+	8.008	70.60 s	β^+
15	1/2-	2.855	122 s	β^+ 99+%, EC 0.113%
16	0+	-4.737	99.76	
17	5/2+	-0.810	0.038	
18	0+	-0.783	0.204	
19	5/2+	3.331	26.9 s	β^-