

# 物理、化学数据简明手册

(第二版 增订版)

原 編 著 者

[苏联] Н. М. 巴龙, Э. И. 克維特, Е. А. 波德高尔納維  
А. М. 波諾馬列娃, А. А. 拉夫杰列, З. Н. 季莫費娃

上海科学技术出版社

# 物理、化学数据简明手册

(第二版 增订版)

原編著者

[苏联] Н. М. 巴龙, Э. И. 克維特, Е. А. 波德高尔納雅  
А. М. 波諾馬列娃, А. А. 拉夫杰列, Э. Н. 季莫費娃

校訂者

К. П. 米申柯与 А. А. 拉夫杰列

譯者

周 振 华

上海科学技术出版社

## 内 容 提 要

本手册汇集了最重要的物理、化学数据，这些数据都是实验室研究物理、化学的实际工作以及各种物理、化学计算时所必需的参考资料。

此手册可供大学与技术学校的学生、研究生、教员等查阅之用。

### 物理、化学数据简明手册

(第二版 增订版)

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК ФИЗИКО-  
ХИМИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

原編著者 (苏联) Н. М. БАРОН, Э. И. КВЯТ 等  
原出版者 国立化学科技书籍出版社 · 1957 年版  
譯 者 周 振 华

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可证出 093 号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

商务印书馆上海厂印刷

开本 8.0×11.68 1/32 印张 316/32 字数 86,000

(原科技版印 18,500 册 1953 年 7 月第 1 版)

1959 年 12 月第 2 版 · 1959 年 12 月第 1 次印刷

印数 1-11,000

统一书号: 13110·214

定 价: (十元) 0.52 元

## 第二版序言

物理、化学数据简明手册可以作为高等学校与技术学校学生、教员及研究生的参考文献,同样也可供作实验室人员查阅之用。

本第二版是依据编辑手册工作的经验及读者的书报评论和期望来充实的。

本版所列的表格皆已重新审阅,补充了某些重的元素和稀有元素以及其他物质的特性,审订了各表格之间的统一性,更增加了适当的新资料。

材料的增订除包括第一版的材料外,还增加了表 3 (基本粒子)、4~11 (放射性及核反应)、13 (平均热容量值)、14 (函数  $\frac{H_T^\circ - H_0^\circ}{T}$  和  $\frac{Z_T^\circ - Z_0^\circ}{T}$ ), 59 (氫的超电势) 以及其他。

表 3~11 为彼得勒日康教授所校订的,根据表内所列的数据,利用计算尺已能充分地达到精确,但个别情况则须用四位对数表。

编者在编著此手册时,承苏联科学院通讯院士 A. И. 勃罗达史康, H. Ф. 卡宾史康与 O. B. 涅克拉索夫, B. A. 克列夫, O. K. 库特拉和 K. B. 雅采密尔史高教授以及 M. X. 克拉宾副教授等提出宝贵意见,特此附志感谢。



# 目 录

## 第二版序言

門捷列夫的元素周期表.....插表

1. 重要常数..... 1
2. 各种能量单位間的相互关系..... 3
3. 基本粒子..... 3
4. 放射系..... 4
5. 未列入基本放射系的天然放射性元素..... 8
6. 任何放射性元素的 $e^{-\lambda t}$ 值.. 8
7. 某些核反应.....10
8. 某些热核反应.....11
9. 有效截面.....11
10. 狭束 $\gamma$ -线的衰减綫型系数 $\mu$  (厘米<sup>-1</sup>).....12
11.  $\alpha$ -和 $\beta$ -质点在空气和鋁中的行程及其相关能量.....12
12. 单质、化合物和水溶液中离子的热力学数据.....13
13. 在298~T° K的範圍单质和化合物的平均热容量(卡/度·克分子).....26
14. 計算气体反应平衡常数用的 $-\frac{Z^{\circ}-H_0^{\circ}}{T}$ 和 $H_T^{\circ}-H_0^{\circ}$ 函数值32
15. 在标准状况下有机化合物的燃烧热.....34

16. 在 25°C 时盐类的溶解积分热  $\Delta H_m$  (仟卡/克分子).....36
17. 在 25°C 时酸与硷的溶解积分热  $\Delta H_m$  (仟卡/克分子).....37
18. 在 18°C 时生成结晶水合物的盐的溶解积与热.....37
19. 在 25°C 的无限稀釋水溶液中离子水化作用的化学热函数  $\Delta H_h^{\ddagger}$ 、熵  $\Delta S_h^{\ddagger}$  与能量  $\Delta Z_h^{\ddagger}$ .....38
20. 键的断裂能.....38
21. 在 25°C 时晶格能  $U$  (仟卡/克分子).....39
22. 结晶物质的第拜热力学函数40
23. 在晶体状态下, 某些物质的密度、熔点及第拜  $\theta$  的特性温度.....42
24. 气体物质的爱因斯坦热力学函数.....43
25. 替姆根与許华茲曼法計算的热力学函数  $M_n$  值.....45
26. 气体的化学常数  $j$ .....45
27. 真实气体的活度系数  $\gamma$  值..46
28. 热力学数据的經驗計算值..48
29. 不同温度时水、冰和过冷水的饱和蒸汽压.....52
30. 不同温度时汞的饱和蒸汽压53
31. 不同压强下个别物质的升华

溫度及沸点(°C).....54

32. 水合晶体的蒸汽压.....56

33. 不同压强下面体物质的电离  
溫度(°C).....57

34. 气体对水的溶解度.....57

35. 重要反应的平衡常数.....58

36. 气体的热离解.....60

37. 相图.....60

38. 不同溫度时某些液体的密度  
 $d_4^t$ (克·厘米<sup>-3</sup>).....68

39. 不同溫度时某些液体的粘度  
 $\eta$ , 克·厘米<sup>-1</sup>·秒<sup>-1</sup>·10<sup>3</sup>(泊·  
10<sup>3</sup>).....69

40. 不同溫度时某些液体的表面  
張力 $\sigma$ , 达因/厘米(尔格/厘  
米<sup>2</sup>).....70

41. 液体的折光指数  $n_D^t$  ( $\lambda =$   
5893Å).....71

42. 不同溫度时水的密度(克/厘  
米<sup>3</sup>).....71

43. 临界参数.....72

44. 真空蒸餾純水的表面电导率  
 $\kappa$ (欧姆<sup>-1</sup>·厘米<sup>-1</sup>).....72

45. 在 25°C 时电解質水溶液的  
当量电导.....73

46. 在 25°C 时电解質水溶液中  
的阳离子迁移数.....73

47. 在 25°C 时无限稀釋溶液中  
离子的当量电导  $l$ (欧姆<sup>-1</sup>·  
厘米<sup>2</sup>)和电导溫度系数  $\alpha =$   
 $\frac{1}{l_{25}} \left( \frac{dl}{dt} \right)$ .....74

48. 在 25°C 时分子溶液的电导

系数  $\mu$ (欧姆<sup>-1</sup>·厘米<sup>2</sup>)和弱  
酸弱碱的解离常数  $K$ .....75

49. 指示剂的顏色.....76

50. 不同溫度时水的离子乘积  
 $K_B = c_{H^+} \cdot c_{OH^-}$ .....76

51. 在 25°C 时的溶度积  $S$ (克离  
子/升).....77

52. 不同价型的克分子濃度  $m$ ,  
平均离子的克分子濃度  $m_{\pm}$ ,  
活度  $a$  和平均活度系数  $\gamma_{\pm}$   
間的关系.....77

53. 强电解質的活度系数  $\gamma_{\pm}$ .....78

54. 25°C 时电解質的渗透系数.....79

55. 25°C 时水溶液中的标准电  
势  $\phi^\circ$ .....79

56. 在不同电解質的接界处扩散  
电势.....82

57. 电动势的溫度系数.....83

58. 不同溫度时的  $\frac{2.303 RT}{F}$  值.....83

59. 氢的超电势  $\eta$ .....83

60. 原子与键的等張比容  $P$ .....84

61. 原子折光度  $B_D$ (厘米<sup>3</sup>/克原  
子).....85

62. 液体的介电常数  $\epsilon$ , 极化常  
数  $P_\infty$ (厘米<sup>3</sup>/克分子)与偶  
极矩  $\mu$ .....85

63. 非极性溶剂(苯)中极性物质  
的溶质介电常数.....86

64. 基的偶极矩 ( $\mu \cdot 10^{18}$ ).....87

65. 异級电离势(电子伏特).....87

66. 原子对电子的亲势  $E$ .....88

67. 原子半徑与离子半徑(Å).....89

68. 在溶液中某些原子的离子半 径 ( $\text{\AA}$ ).....	89	74. 复杂酯的硷性皂化常数 $k$ (克 分子·升 <sup>-1</sup> ·分 <sup>-1</sup> ).....	99
69. 双原子分子的常数.....	90	75. 蔗糖在 0.1N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 中的轉 化常数 $K \cdot 10^6$ (秒 <sup>-1</sup> ).....	99
70. 原子热与分子热.....	92	76. 光化反应的量子发生率 ..	100
71. 轉-振光譜 .....	93	77. 单位的符号.....	100
72. 多原子分子的结构与常数.....	94	78. 十进单位的叫法 .....	100
73. 原子与分子 ( $\text{\AA}$ ) 的运动直 径 $\sigma$ .....	99	对数表.....	101
		逆对数表.....	104



# 1. 重要常数

## 电子的电荷

$$e = (4.8022 \pm 0.0005) \cdot 10^{-10} \text{ 绝对静电单位}$$

$$e = (1.601864 \pm 0.000036) \cdot 10^{-20} \text{ 电磁单位}$$

电子的静止质量	$9.106 \cdot 10^{-28}$ 克
质子的质量	$1.6724 \cdot 10^{-24}$ 克
中子的质量	$1.6749 \cdot 10^{-24}$ 克
$\alpha$ -质点的质量	$6.6444 \cdot 10^{-24}$ 克
电子的原子量	$5.4847 \cdot 10^{-4}$
质子的原子量	1.00758
氢(H)的原子量	1.00813
中子的原子量	1.00896
$\alpha$ -质点的原子量	4.0019
亚佛加德罗常数	$N = (6.02380 \pm 0.00016) \cdot 10^{23}$

## 气体常数

$$R = (8.31439 \pm 0.00034) \cdot 10^7 \text{ 尔格} \cdot \text{度}^{-1} \cdot \text{克分子}^{-1}$$

$$= 1.98719 \pm 0.00013 \text{ 卡}_{15} \cdot \text{度}^{-1} \cdot \text{克分子}^{-1}$$

$$= 0.0820567 \pm 0.0000034 \text{ 升} \cdot \text{大气压} \cdot \text{度}^{-1} \cdot \text{克分子}^{-1}$$

## 勃朗克常数

$$h = (6.62377 \pm 0.00027) \cdot 10^{-27} \text{ 尔格} \cdot \text{秒}$$

$$\frac{h}{2\pi} = 1.0546 \cdot 10^{-27} \text{ 尔格} \cdot \text{秒}$$

## 波茨曼常数

$$k = (1.380257 \pm 0.000067) \cdot 10^{-16} \text{ 尔格} \cdot \text{度}^{-1}$$

## 氢的罗特皮尔常数

$$R_H = 109,677.581 \text{ 厘米}^{-1}$$

## 发射常数

$$\sigma = 5.672 \cdot 10^{-15} \text{ 厘米}^{-2} \cdot \text{度}^{-4} \cdot \text{秒}^{-1}$$

## 法拉第常数

$$F = 96,493 \pm 1 \text{ 库仑} \cdot \text{克当量}^{-1} = 23,062.4 \pm 1.7 \text{ 卡} \cdot (\text{绝对伏特})^{-1} \cdot \text{克当量}^{-1}$$

$$= 23,070.1 \pm 1.7 \text{ 卡} \cdot (\text{通用伏特})^{-1} \cdot \text{克当量}^{-1}$$

## 波尔氢原子第一层电子轨道的半径

$$a_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2} = 0.5291 \cdot 10^{-8} \text{ 厘米}$$

## 1 电子伏特的能量

$$(1.60256 \pm 0.00016) \cdot 10^{-12} \text{ 尔格}$$

## 1 百万电子伏特的能量

$$(1.60256 \pm 0.00016) \cdot 10^{-6} \text{ 尔格}$$

## 1 电子伏特·克分子<sup>-1</sup>的能量

$$23.070 \pm 0.002 \text{ 仟卡} \cdot \text{克分子}^{-1}$$

## 3.1 · 10<sup>10</sup> 核分裂·秒<sup>-1</sup>的能量相当于

1 瓦特

## $\alpha$ -, $\beta^+$ -和 $\beta^-$ -放射性单位( $k$ )

$$1 \text{ 居里相当于 } 3.7 \cdot 10^{10} \text{ 核分裂} \cdot \text{秒}^{-1}$$

## $\gamma$ -放射性单位( $p$ )

1 伦琴相当于当 0°C 和 760 标准毫米汞柱时在 1 毫升干燥空气中电离出 1 CGSE 电, 或另一方式使 1 克干燥空气产生  $1.61 \cdot 10^{12}$  离子蒸汽的单位

恰相当于 1 克空气吸收 83.8 尔格

## 每单位原子量换算为百万电子伏特的换算系数

$$1 \text{ e. a. m.} = 931.04 \text{ 百万电子伏特}$$

## 光在真空中的速度

$$c = (2.997902 \pm 0.000013) \cdot 10^{10} \text{ 厘米} \cdot \text{秒}^{-1}$$

## 化学原子量与物理原子量单位的比例

$$16.00435:16 = 1.00027$$

## 重力加速度

$$g_0 = 980.665 \text{ 厘米} \cdot \text{秒}^{-2}$$

$$1 \text{ 升} = 1,000.028 \pm 0.004 \text{ 厘米}^3$$

$$1 \text{ 标准气压} = 1,013,250 \text{ 达因} \cdot \text{厘米}^{-2}$$

$$1 \text{ 毫米标准水银柱} = \left( \frac{1}{760} \text{ 大气压} \right) = 1,333.2237 \text{ 达因} \cdot \text{厘米}^{-2}$$

$$1 \text{ 绝对安培} = 1.000165 \pm 0.000025 \text{ 通用安培}$$

$$1 \text{ 绝对伏特} = 0.999670 \pm 0.000029 \text{ 通用伏特}$$

$$1 \text{ 绝对欧姆} = 0.999505 \pm 0.000015 \text{ 通用欧姆}$$

$$0^\circ\text{C} = 273.160 \pm 0.010^\circ\text{K}$$

$$1 \text{ 卡} = 4.1840 \text{ 焦尔}$$

$$2.3 R = 4.5765 \text{ 卡/度} \cdot \text{克分子}$$

$$2.3 \frac{R}{F} = 1.984 \cdot 10^{-4} \text{ 伏特} \cdot \text{度}^{-1}$$

$$\frac{hc}{k} = 1.438675 \text{ 厘米} \cdot \text{度}$$

$$\ln 10 = 2.302585$$

## 2. 各种能量单位间的相互关系

测量单位	尔格	卡 (15°)	升·大气压 (物理)	厘米 <sup>3</sup> ·大气压 (物理)
尔格	1	2.39006·10 <sup>-3</sup>	9.86893·10 <sup>-10</sup>	9.86924·10 <sup>-7</sup>
卡(15°)	4.18400·10 <sup>7</sup>	1	4.12917·10 <sup>-2</sup>	4.12929·10
升·大气压 (物理)	1.01325·10 <sup>6</sup>	2.42172·10	1	1.00003·10 <sup>3</sup>
焦尔	10 <sup>7</sup>	2.39006·10 <sup>-1</sup>	9.86893·10 <sup>-3</sup>	9.86924

## 3. 基本粒子

名称	符号		静止质量	旋 转	反 应	寿命期, 秒
	质 点	反质点				
光 子	$\gamma$		0			
轻 质 点	$\nu$ $e^-$ $\mu^-$	$\bar{\nu}$ $e^+$ $\mu^+$	$< 5 \cdot 10^{-4}$ 1 207	$\frac{1}{2}$	$e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$ $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \bar{\nu}$	2.2·10 <sup>-6</sup>
介 子	$\pi^+$ $\pi^0$ $\pi^-$	$\pi^-$ $\pi^0$ $\pi^+$	264 273 965	0	$\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$ $\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu$ $\pi^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$ $\pi^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$ $\pi^- \rightarrow \pi^- + \pi^0$	$\sim 10^{-14}$ 2.6·10 <sup>-8</sup> $\sim 2 \cdot 10^{-10}$
	$\tau^+$ $\tau^-$	$\tau^-$ $\tau^+$	960 967	全数	$\tau^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0 + \pi^+$ $\tau^- \rightarrow \pi^- + \pi^0 + \pi^-$	$\sim 10^{-8}$
重 质 点	$K^+$	$K^-$	960		$\mu^+ + \mu^- \rightarrow \pi^0 + \pi^0$ $e^+ + \gamma \rightarrow e^+ + \gamma$ $\pi^+ + \pi^0$	$\sim 10^{-8}$
	$p$ $n$ $\Delta$ $\Sigma^+$ $\Sigma^-$ $\Xi^-$	$\bar{p}$ $\bar{n}$ $\Delta^0$ $\Sigma^-$ $\Xi^+$	1,836 1,838 2,182 2,339 $\sim 2,600$	$\frac{1}{2}$ 半数	$p + \bar{p} \rightarrow \pi^+ + \pi^-$ $n + \bar{n} \rightarrow p + c^- + \nu$ $\Delta^0 \rightarrow p + \pi^-$ $\Sigma^+ \rightarrow \{ \pi^+ + \pi^+ \}$ $\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$	$\infty$ 20~60 3.7·10 <sup>-10</sup> 3·10 <sup>-10</sup> $\sim 10^{-12}$

# 4. 放射系

## 釷系 (4n)

$90\text{Th}$	$\text{Th}^{232}, \text{Th}$ (釷) $1.39 \cdot 10^{10}$ 年		$\text{Th}^{223}, \text{RdTh}$ (釷銻) 1.90 年		
$89\text{Ac}$	$\downarrow \alpha$	$\text{Ac}^{223}, \text{MsTh}_2$ (新釷 2) 6.13 小时	$\uparrow \beta$	$\downarrow \alpha$	
$88\text{Ra}$	$\text{Ra}^{223}, \text{MsTh}_1$ (新釷 1) 6.7 年	$\uparrow \beta$	$\text{Ra}^{224}, \text{ThX}$ (釷 x) 3.64 日		
$87\text{Er}$			$\downarrow \alpha$		
$86\text{Em}$			$\text{Em}^{220}, \text{Th}$ (釷射气) 54.5 秒		
$85\text{At}$			$\downarrow \alpha$	$\text{At}^{216}$ < 1 分	
$84\text{Po}$			$\text{Po}^{215}, \text{ThA}$ (釷 A) 0.158 秒	$\uparrow \beta(0.013\%)$	$\text{Po}^{212}, \text{ThC}'$ (釷 C') $3.10 \cdot 10^{-7}$ 秒
$83\text{Bi}$			$\downarrow \alpha$ (~100%)	$\text{Bi}^{212}, \text{ThC}$ (釷 C) 60.5 分	$\uparrow \beta(68.3\%)$
$82\text{Pb}$			$\text{Pb}^{212}, \text{ThB}$ (釷 B) 10.6 小时	$\downarrow \alpha$ (33.7%)	$\text{Pb}^{208}, \text{ThD}$ (鉛的稳定同位素)
$81\text{Tl}$				$\uparrow \beta$	$\text{Tl}^{208}, \text{ThC}''$ (釷 C'') 3.1 分

(續前)

銜系 (4n+1)

95 <sup>Om</sup>			[Cm <sup>241</sup> ] 35日			
95 <sup>Am</sup>		Am <sup>241</sup> (錳) 476年	↙ K (99.8%)	↘ α (~0.2%)		
94 <sup>Pu</sup>	Pu <sup>241</sup> (鈾) ~10年	↗ β (~100%)		↘ α	[Pu <sup>237</sup> ] ~40日	
93 <sup>Np</sup>		Np <sup>237</sup> (錳) 2.2·10 <sup>6</sup> 年	↙ K			
92 <sup>U</sup>	[U <sup>237</sup> ] 6.8日	↗ β		↘ α	U <sup>233</sup> 1.62·10 <sup>5</sup> 年	
91 <sup>Pa</sup>		Pa <sup>233</sup> 27.4日	↗ β	↘ α	[Pa <sup>229</sup> ] 1.5日	
90 <sup>Th</sup>	[Th <sup>233</sup> ] 23分	↗ β		↙ K (99.75%)	↘ α (0.25%)	
89 <sup>Ac</sup>			↘ α		Ac <sup>225</sup> 10.0日	
88 <sup>Ra</sup>			↘ α	↗ β		
87 <sup>Fr</sup>					Fr <sup>221</sup> 4.8分	
86 <sup>Er</sup>				↘ α		
85 <sup>At</sup>					At <sup>217</sup> 0.018秒	
84 <sup>Po</sup>			↘ α			Po <sup>213</sup> 4.2·10 <sup>-6</sup> 秒
83 <sup>Bi</sup>				↘ α	↗ β(98%)	Bi <sup>209</sup> (錳的穩定同位素)
82 <sup>Pb</sup>			↘ α (~2%)			Pb <sup>203</sup> 3.22小时
81 <sup>Tl</sup>				↗ β		Tl <sup>203</sup> 2.2分

(續前)

鈾系 ( $4n+2$ )

92 <sup>U</sup>	U <sup>238</sup> , UI (鈾 I) 4.49·10 <sup>9</sup> 年		U <sup>234</sup> , UII (鈾 II) 2.48·10 <sup>5</sup> 年				
91 <sup>Pa</sup>	↓ α	Pa <sup>234</sup> , UX <sub>2</sub> 1.17分 Pa <sup>234</sup> , UZ 6.7小时	↑ β 99.85% ↓ α β (0.15%)				
90 <sup>Th</sup>	Th <sup>234</sup> , UX <sub>1</sub> (鈾 X <sub>1</sub> ) 24.1日		Th <sup>230</sup> , Io (鐳) 8.0·10 <sup>4</sup> 年				
89 <sup>Ac</sup>			↓ α				
88 <sup>Ra</sup>			Ra <sup>226</sup> , Ra (鐳) 1622年				
87 <sup>Fr</sup>			↓ α				
86 <sup>Em</sup>			Em <sup>222</sup> , Rn (錒) 3.825日		Em <sup>218</sup> 0.02秒		
85 <sup>At</sup>			↓ α	At <sup>218</sup> ~1.5秒	β (0.1%) ↓ α		
84 <sup>Po</sup>			Po <sup>218</sup> , RaA (鐳 A) 3.05分	β (0.03%) ↓ α	Po <sup>214</sup> , RaC' (鐳 C') 1.6·10 <sup>-4</sup> 秒	Po <sup>210</sup> , RaF (鐳) 138.3日	
83 <sup>Bi</sup>			↓ α	Bi <sup>214</sup> , RaC (鐳 C) 19.7分	β (99.98%) ↓ α	Bi <sup>210</sup> , RaE (鐳 E) 5.02日	
82 <sup>Pb</sup>			Pb <sup>214</sup> , RaB (鐳 B) 26.8分	β ↓ α (0.04%)	Pb <sup>210</sup> , RaD (鐳 D) 22年	β ↓ α (5·10 <sup>-5</sup> %)	Pb <sup>208</sup> , RaG (鉛的穩定 同位素)
81 <sup>Tl</sup>				Tl <sup>210</sup> , RaC' (鐳 C') 1.32分	β ↓ α	Tl <sup>210</sup> , RaE' (鐳 E') 4.19分	

(續前)

### 錒錒系 ( $4n+3$ )

92 <sup>U</sup>	U <sup>235</sup> , AcU (錒錒) 7.13·10 <sup>8</sup> 年				
91 <sup>Pa</sup>	↓ α	Pa <sup>231</sup> , Pa (錒) 3.4·10 <sup>4</sup> 年			
90 <sup>Th</sup>	Th <sup>231</sup> , UY (錒 Y) 24.6 小时	↗ β	↓ α	Th <sup>227</sup> , RdAc (錒錒) 18.6 日	
89 <sup>Ac</sup>		Ac <sup>227</sup> , Ac (錒) 22 年	↗ β (98.8%)	↓ α	
88 <sup>Ra</sup>		↓ α (1.2%)	↗ β	Ra <sup>223</sup> , AcX (錒 X) 11.2 日	
87 <sup>Fr</sup>		Fr <sup>223</sup> , AcK (錒 K) 21 分	↗ β	↓ α	
86 <sup>Em</sup>		↓ α (4·10 <sup>-3</sup> %)	↗ β	Em <sup>219</sup> , Ao (錒) 3.92 秒	
85 <sup>At</sup>		At <sup>219</sup> 0.9 分	↗ β (~3%)	↓ α	At <sup>215</sup> ~10 <sup>-4</sup> 秒
84 <sup>Po</sup>		↓ α (~97%)	↗ β (6·10 <sup>-4</sup> %)	↓ α	Po <sup>211</sup> , AcO' (錒 O') 5·10 <sup>-3</sup> 秒
83 <sup>Bi</sup>		Bi <sup>215</sup> 5 分	↗ β	↓ α (~100%)	Bi <sup>211</sup> , AcO (錒 O) 2.16 分
82 <sup>Pb</sup>				↓ α (99.68%)	Pb <sup>211</sup> , AcB (錒 B) 36.1 分
81 <sup>Tl</sup>				↗ β	Tl <sup>207</sup> , AcO' (錒 O') 4.79 分
					Pb <sup>207</sup> , AcD (鉛的穩定同位素)

### 5. 未列入基本放射系的天然放射性元素

元 素	活 动 性	半衰期的周期, 年	分 裂 产 物
K <sup>40</sup>	$\beta$ , K-捕获	1.4·10 <sup>9</sup>	Ca <sup>40</sup> , Ar <sup>40</sup>
Rb <sup>87</sup>	$\beta$	6.3·10 <sup>10</sup>	Sr <sup>87</sup>
In <sup>115</sup>	$\beta$	6·10 <sup>14</sup>	Sn <sup>115</sup>
Sn <sup>124</sup>	2 $\beta$	6·10 <sup>15</sup>	Tc <sup>124</sup>
La <sup>138</sup>	K-捕获	1.2·10 <sup>11</sup>	Ba <sup>138</sup>
Sm <sup>147</sup>	$\alpha$	1.5·10 <sup>11</sup>	Nd <sup>143</sup>
Lu <sup>176</sup>	$\beta$ , K-捕获	2.4·10 <sup>10</sup>	Hf <sup>176</sup> , Yb <sup>176</sup>
Re <sup>187</sup>	$\beta$	4·10 <sup>12</sup>	Os <sup>187</sup>

### 6. 任何放射性元素的 $e^{-\lambda t}$ 值

$\frac{t}{T}$	$e^{-\lambda t}$	校正·10 <sup>3</sup>
0.02	0.985	6.5
0.04	0.972	6.5
0.06	0.959	6.5
0.08	0.946	6.5
0.10	0.933	6.5
0.12	0.920	6.5
0.14	0.907	6.5
0.16	0.894	6.0
0.18	0.882	6.0
0.20	0.870	6.0
0.22	0.858	6.0
0.24	0.846	5.5
0.26	0.835	6.0
0.28	0.823	5.5
0.30	0.812	5.5
0.32	0.801	5.5
0.34	0.790	5.5
0.36	0.779	5.0
0.38	0.769	5.5
0.40	0.758	5.0
0.42	0.748	5.5
0.44	0.737	5.0
0.46	0.727	5.0
0.48	0.717	5.0
0.50	0.707	4.8
0.55	0.683	4.8
0.60	0.659	4.4
0.65	0.637	4.4
0.70	0.615	4.2
0.75	0.591	4.0



(續前)

$\frac{t}{T}$	$e^{-\lambda t}$	校正 · 10 <sup>3</sup>
0.80	0.574	3.8
0.85	0.555	3.8
0.90	0.536	3.6
0.95	0.518	3.6
1.00	0.500	3.4
1.05	0.483	3.2
1.10	0.467	3.2
1.15	0.451	3.2
1.20	0.435	3.0
1.25	0.420	2.8
1.30	0.406	2.8
1.35	0.392	2.6
1.40	0.379	2.6
1.45	0.366	2.4
1.50	0.354	2.4
1.60	0.330	2.2
1.70	0.308	2.0
1.80	0.288	2.0
1.90	0.268	1.8
2.00	0.250	1.7
2.10	0.233	1.5
2.20	0.218	1.5
2.30	0.203	1.3
2.40	0.190	1.3
2.50	0.177	1.2
2.60	0.165	1.2
2.70	0.154	1.0
2.80	0.144	1.0
2.90	0.134	0.9
3.00	0.125	0.8
3.20	0.109	0.7
3.40	0.095	0.6
3.60	0.083	0.55
3.80	0.072	0.50
4.00	0.062	0.40
4.20	0.054	0.35
4.40	0.047	0.30
4.60	0.041	0.25
4.80	0.036	0.25
5.00	0.031	—

注  $\lambda$ —放射性裂变常数;  $T$ —半衰期的周期;  $t$ —时间。