

化学数据手册

[英] J. G. 斯塔克

H. G. 华莱士 著

烃 加 工 出 版 社

化 学 数 据 手 册

(国际单位制)

〔英〕J.G.斯塔克 H.G.华莱士著

杨 厚 昌 译

烃 加 工 出 版 社

Chemistry data book

(SI edition)

J. G. Stark H. G. Wallace

Revised 1973

John Murray 50 Albemarle Street London

化学数据手册

(国际单位制)

〔英〕J. G. 斯塔克 H. G. 华莱士著

杨厚昌 译

•

经加工出版社出版

(北京安外大街33号)

北京顺义曙光印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

•

开本850×1168¹/₃₂印张4¹/₈字数108千字印数1—11,100

1986年7月北京新1版 1986年7月北京第1次印刷

书号.15391·47 定价0.53元

目 录

国际制单位	1
-------	---

热力学符号的习惯	3
----------	---

基本数据

1. 物理常数和换算因子	3
--------------	---

2. 基本粒子	4
---------	---

3. 电磁波和可见光谱	5
-------------	---

元素

4. 周期性分类 (按原子序数)	6
------------------	---

5. 元素的电子层结构 (基态)	7
------------------	---

6. 多电子原子的能级	10
-------------	----

7. 元素的性质	11
----------	----

8. 固态元素的晶体结构	17
--------------	----

9. 元素的稳定同位素	17
-------------	----

10. 放射性元素的半衰期	22
---------------	----

11. 放射系	23
---------	----

12. 元素的电导率 (298K)	24
-------------------	----

基本的原子和分子性质

13. 元素的电离能	25
------------	----

14. 元素的电子亲和能	28
--------------	----

15. 氢原子光谱	29
-----------	----

16. 元素的电负性 (鲍林)	29
-----------------	----

17. 一个单键的离子特性百分数	30
------------------	----

18. 在气相中的无机化合物的偶极矩	31
--------------------	----

19. 金属半径、共价半径和范德华半径	32
---------------------	----

20. 离子半径	32
----------	----

21. 分子和离子的形状	32
22. 杂化轨道的空间分布	34
23. 共价键的键长	35
24. 平均键焓 (298 K)	35
热力学性质	
25. 热力学数据	36
26. 关于状态变化的热力学数据	60
27. 金属提取的热力学	64
28. 燃烧焓	64
29. 气体加氢的焓	67
30. 溶液的焓 (298 K)	68
31. 中和焓 (298 K)	69
32. 水合离子的生成焓	69
33. 离子的水合焓	71
34. 晶格焓 (298 K)	71
35. 气体在水中的溶解度	72
36. 无机化合物的溶解度	74
37. 恒沸物 (在大气压下的三元混合物)	77
38. 冰点降低常数和沸点升高常数	78
39. 电解质对疏水胶体的凝聚	78
40. 水在不同的温度下的蒸气压	79
41. 低共熔混合物	80
42. 转变温度	81
43. 典型的平衡数据	81
44. 标准电极电位	83
45. 标准参考电极	87
46. 无机酸的电离常数	87
47. 水在不同的温度下的离子积	89
48. 溶度积	90
49. 络离子的稳定 (或生成) 常数 (298 K)	92
50. 氯化钾溶液的电导率	94
51. 水溶液的摩尔电导率 (298 K)	94
52. 离子在无限稀释时的摩尔电导率 (298 K)	95

动力学数据

53. 动力学数据	96
54. 实验速率定律	100
55. 活化能	100

有机数据

56. 有机化合物的物理性质	101
57. 有机衍生物的熔化温度	111
58. 有机酸的强度	113
59. 有机化合物的偶极矩	118
60. 摩尔折射	120

分析数据

61. 滴定分析用的标准溶液	121
62. 酸-碱指示剂	121
63. 标准缓冲溶液	122
64. 实验试剂	122

其他数据

65. 大气的组成	123
66. 地壳的组成	123
67. 气体的临界常数	124

对数和反对数	125
--------------	-----

国际制单位

国际计量大会现在已经接受一种米制单位系统，通称为国际单位制（SI），同时国际制单位正日益被大专院校和中学所采用。对于化学工作者来说，采用此种单位制所涉及的最重要的变化，就是用焦耳代替卡路里作为能量的单位：

$$1 \text{ 卡路里 (卡)} = 4.184 \text{ 焦耳 (J)}$$

本书始终采用国际制单位。如表 I 所示，共有 7 个国际制基本单位。

表 I 国际制基本单位

物 理 量	单 位 名 称	符 号
长 度	米	m
质 量	千克	kg
时 间	秒	s
电 流	安培	A
热力学温度	开尔文 (不是度开尔文)	K (不是°K)
光强度	坎德拉	cd
物质的量	摩尔	mol

此外，还有根据基本单位或其他导出单位表示的导出单位。在表 II 中列出了一些导出单位，这些导出单位是本书读者多半会遇到的。

表 II 导出单位

物 理 量	单 位 名 称	符 号 和 定 义
力	牛 顿	$N(kgms^{-2} = Jm^{-1})$
能量、热量	焦 耳	$J(kgm^2s^{-2})$
功 率	瓦 特	$W(kgm^2s^{-3} = Js^{-1})$
电量 (电荷)	库 仑	$C(As)$
电位差	伏 特	$V(kgm^2s^{-3}A^{-1} = JA^{-1}s^{-1})$

物理量	单位名称	符号和定义
电阻	欧姆	$\Omega (\text{kgm}^2\text{s}^{-3}\text{A}^{-2} = \text{VA}^{-1})$
电容	法拉	$\text{F} (\text{A}^2\text{s}^4\text{kg}^{-1}\text{m}^{-2} = \text{AsV}^{-1})$
磁通量	韦伯	$\text{Wb} (\text{kgm}^2\text{s}^{-2}\text{A}^{-1} = \text{Vs})$
磁通量密度	特斯拉	$\text{T} (\text{kg}^2\text{s}^{-2}\text{A}^{-1}\text{m}^{-2} = \text{Vs}^2\text{m}^{-2})$
电感	亨利	$\text{H} (\text{kgm}^2\text{s}^{-2}\text{A}^{-2} = \text{VsA}^{-1})$
频率	赫兹	$\text{Hz} (\text{s}^{-1})$

还有其他导出单位,例如体积、密度、压力和比热容量等的导出单位,它们都是以国际制单位为基准的。这些单位的名称和符号如表 III 所示,它是从表 I 和表 II 中的那些单位中导出的。

表 III 以国际单位制为基准的其他导出单位

物理量	单位名称	符 号
面积	平方米	m^2
体积	立方米	m^3
速度	米每秒	ms^{-1}
加速度	米每秒平方	ms^{-2}
密度	千克每立方米	kgm^{-3}
压力	牛顿每平方米(帕斯卡)	$\text{Nm}^{-2}(\text{Pa}) = \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$
表面张力	牛顿每米	$\text{Nm}^{-1} = \text{kgs}^{-2}$
电场强度	伏特每米	$\text{Vm}^{-1} = \text{kgms}^{-3}\text{A}^{-1}$
磁场强度	安培每米	Am^{-1}
偶极矩	库仑米	$\text{Cm} = \text{Asm}$
磁矩	安培平方米	Am^2
热容量	焦耳每开尔文	$\text{JK}^{-1} = \text{kgm}^2\text{s}^{-2}\text{K}^{-1}$
熵	焦耳每开尔文	
比热容量	焦耳每千克开尔文	$\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} = \text{m}^2\text{s}^{-2}\text{K}^{-1}$
浓度	摩尔每立方米	mol m^{-3}

如表 IV 所示,用一致的词冠和符号以 10 的方次表示单位的因数。

表 IV 单位的因数

因 数	词 冠	符 号	因 数	词 冠	符 号
10^{12}	太 拉	T	10^{-1}	分	d
10^9	吉 咖	G	10^{-2}	厘	c
10^6	兆	M	10^{-3}	毫	m
10^3	千	k	10^{-6}	微	μ
10^2	百	h	10^{-9}	纳 诺	n
10	十	da	10^{-12}	皮 可	p

关于国际制单位的详细内容可从下列书刊中获得:

The International System (SI) Units (B. S. 3763),
British Standards Institution, 1970.

M. L. McGlashan, Physico-Chemical Quantities and
Units, 2nd edn, Royal Institute of Chemistry, 1971.

Quantities, Units, and Symbols, The Royal Society, 1971.

热力学符号的习惯

本书中的所有热力学数据是指在标准温度 298 K 下的热力学数据。所采用的符号习惯就是, ΔH 所表示的是过程的终态的焓和初态的焓之间的差值, 即 $\Delta H = H_{终} - H_{初}$ 。

1. 物理常数和换算因子

光在真空中的速率 (c) = $2.997925 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

玻兹曼 (Boltzmann) 常数 (k) = $1.38054 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$

普朗克 (Planck) 常数 (h) = $6.6256 \times 10^{-34} \text{ Js}$

里德伯 (Rydberg) 常数 (R_H) = $1.0967758 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

阿佛加德罗 (Avogadro) 常数 (L) = $6.02252 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$

气体常数 (R) = $8.3143 \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$

= $1.9871 \text{cal K}^{-1} \text{mol}^{-1}$

= $82.053 \text{cm}^3 \text{atm K}^{-1} \text{mol}^{-1}$

“冰点”温度 (T_{ice}) = 273.1500K

法拉第 (Faraday) 常数 (F) = $9.64870 \times 10^4 \text{Cmol}^{-1}$

理想气体在标准温度压力下^①的摩尔体积 (V_m°) = $2.24136 \times 10^{-2} \text{m}^3 \text{mol}^{-1}$

水的三相点温度 = 273.16K

在 θ_c 下标准韦斯顿 (Weston) 电池的电位 (饱和) = $[1.0183 \sim 4 \times 10^{-5}(\theta_c/^\circ\text{C} - 20)] \text{V}$

1 卡路里 (卡) = 4.184J

1 静电单位的电量 $\triangleq 3.335640 \times 10^{-10} \text{C}$

$\text{LeV}^\circ \triangleq 96.487 \text{K Jmol}^{-1}$

1 大气压 (atm) = $760 \text{托} (\approx 760 \text{mmHg}) = 101325 \text{Nm}^{-2}$

1 埃 ($\text{\AA}$) = $10^{-10} \text{m} = 10^{-8} \text{cm} = 10^{-4} \mu\text{m} = 10^{-1} \text{nm} = 10^2 \text{pm}$

1 升 (l) = $10^{-3} \text{m}^3 = 1 \text{dm}^3 = 10^3 \text{cm}^3$

1 居里 (curie) (Ci) = $3.7 \times 10^{10} \text{s}^{-1}$

摄氏温度换算为热力学温度: $\theta_c/^\circ\text{C} = T/\text{K} - 273.150$

$\ln x = 2.303 \log_{10} x$

2. 基本粒子

	质 子	中 子	电 子
符 号	p	n	e
质 量	$1.67252 \times 10^{-27} \text{kg}$	$1.67482 \times 10^{-27} \text{kg}$	$9.1091 \times 10^{-31} \text{kg}$
电 量	$1.60210 \times 10^{-19} \text{C}$	0	$1.60210 \times 10^{-19} \text{C}$
相对于电子的质量	1836	1839	1
相对于质子的电量	+1	0	-1

① 即指温度为 273.15K 和压力为 101325Nm^{-2} 。

② 数量 LeV 通常被称为“电子伏特”，但是并不正确——作者注。

数量 LeV 可称之为“摩尔电子伏特”——译者注。

3. 电磁波和可见光谱

电磁波谱

	波长		波数	频率	能量子 ^①		分子的现象
	λ/m	λ	σ/m^{-1}	ν/MHz	$Lh\nu/kJ\ mol^{-1}$	$Lh\nu/eV\ mol^{-1}$	
伽马射线	10^{-12}	$10^{-2}\ \text{\AA}$	10^{12}	3.00×10^{14}	1.20×10^8	1.24×10^6	核跃迁
X-射线	10^{-10}	$1\ \text{\AA}$	10^{10}	3.00×10^{12}	1.20×10^6	1.24×10^4	内层电子跃迁
紫外	10^{-8}	$10^2\ \text{\AA}$	10^8	3.00×10^{10}	1.20×10^4	1.24×10^2	外层电子跃迁
可见	10^{-6}	$1\ \mu m$	10^6	3.00×10^8	1.20×10^2	1.24	振动跃迁
红外	10^{-4}	$10^2\ \mu m$	10^4	3.00×10^6	1.20	1.24×10^{-2}	转动跃迁
微波	10^{-2}	$10^4\ \mu m$	10^2	3.00×10^4	1.20×10^{-2}	1.24×10^{-4}	电子自旋跃迁
电视波	1	$10^6\ \mu m$	1	3.00×10^2	1.20×10^{-4}	1.24×10^{-6}	核自旋跃迁
无线电波	10^3	$10^8\ \mu m$	10^{-2}	3.00	1.20×10^{-6}	1.24×10^{-8}	

① 数量 $Lh\nu$ 可称之为“摩尔能量子”——译者注。

可见光谱

	波长	波数	能量子	
	λ/m	σ/m^{-1}	$Lh\nu/kJ\ mol^{-1}$	$Lh\nu/eV\ mol^{-1}$
紫	4.00×10^{-7}	2.50×10^6	299	3.10
蓝				
绿	5.00×10^{-7}	2.00×10^6	239	2.48
黄	5.89×10^{-7} (钠D线)			
橙	6.00×10^{-7}	1.67×10^6	199	2.06
红	7.00×10^{-7}	1.43×10^6	171	1.77

4. 周期性分类 (按原子序数)

族	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII	IX	X	XI	XII	IIIB	IVB	VB	VIB	VII	VIII
周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H	He																
2	Li	Be																
3	Na	Mg																
4	K	Ca	Sc															
5	Rb	Sr	Y															
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

元素周期表

5. 元素的电子层结构 (基态)

[illegible]

原子序数	元素	电 子 层 结 构															
		K	L	M	N				O				P		Q		
		n = 1	2	3	4				5				6		7		
		1s	2s 2p	3s 3p	3d	4s 4p	4d 4f	5s 5p	5d 5f	6s 6p	6d 7s						
29	铜	2	2 6	2 6	10	1											
30	锌	2	2 6	2 6	10	2											
31	镓	2	2 6	2 6	10	2 1											
32	锗	2	2 6	2 6	10	2 2											
33	砷	2	2 6	2 6	10	2 3											
34	硒	2	2 6	2 6	10	2 4											
35	溴	2	2 6	2 6	10	2 5											
36	氪	2	2 6	2 6	10	2 6											
37	铷	2	2 6	2 6	10	2 6		1									
38	锶	2	2 6	2 6	10	2 6		2									
39	钇	2	2 6	2 6	10	2 6 1		2									
40	锆	2	2 6	2 6	10	2 6 2		2									
41	铌	2	2 6	2 6	10	2 6 4		1									
42	钼	2	2 6	2 6	10	2 6 5		1									
43	镉	2	2 6	2 6	10	2 6 6		1									
44	铊	2	2 6	2 6	10	2 6 7		1									
45	铈	2	2 6	2 6	10	2 6 8		1									
46	钡	2	2 6	2 6	10	2 6 10											
47	银	2	2 6	2 6	10	2 6 10		1									
48	镉	2	2 6	2 6	10	2 6 10		2									
49	铟	2	2 6	2 6	10	2 6 10		2 1									
50	锡	2	2 6	2 6	10	2 6 10		2 2									
51	铊	2	2 6	2 6	10	2 6 10		2 3									
52	铋	2	2 6	2 6	10	2 6 10		2 4									
53	碘	2	2 6	2 6	10	2 6 10		2 5									
54	氙	2	2 6	2 6	10	2 6 10		2 6									
55	铯	2	2 6	2 6	10	2 6 10		2 6		1							
56	钡	2	2 6	2 6	10	2 6 10		2 6		2							
57	镧	2	2 6	2 6	10	2 6 10		2 6 1		2							
58	铈	2	2 6	2 6	10	2 6 10	2	2 6		2							

续表

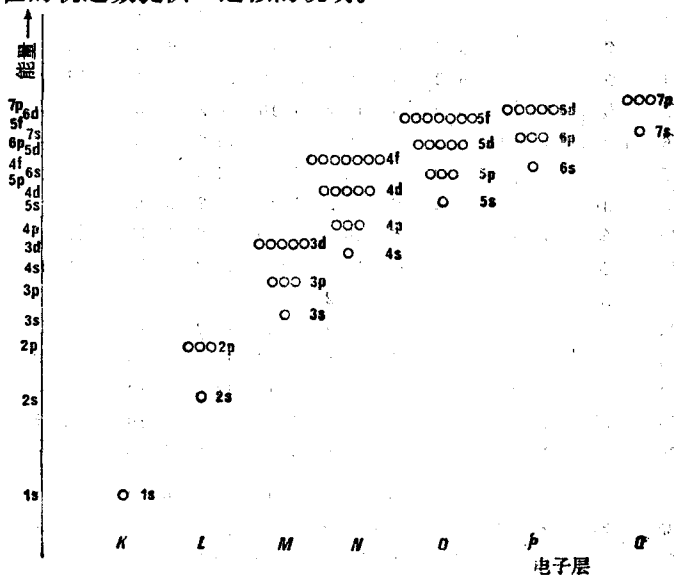
原 子 序 数	元 素	电 子 层 结 构																	
		K		L			M			N				O			P		Q
		n=1		2			3			4				5			6		7
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	7s
59	镱	2	2	6	2	6	10	2	6	10	3	2	6		2				
60	铥	2	2	6	2	6	10	2	6	10	4	2	6		2				
61	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	5	2	6		2				
62	钐	2	2	6	2	6	10	2	6	10	6	2	6		2				
63	铕	2	2	6	2	6	10	2	6	10	7	2	6		2				
64	钆	2	2	6	2	6	10	2	6	10	7	2	6	1	2				
65	铽	2	2	6	2	6	10	2	6	10	9	2	6		2				
66	镱	2	2	6	2	6	10	2	6	10	10	2	6		2				
67	铥	2	2	6	2	6	10	2	6	10	11	2	6		2				
68	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	12	2	6		2				
69	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	13	2	6		2				
70	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6		2				
71	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	1	2				
72	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	2	2				
73	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	3	2				
74	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	4	2				
75	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	5	2				
76	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	6	2				
77	铈	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	9					
78	铂	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	9	1				
79	金	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	1				
80	汞	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2				
81	铊	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	1			
82	铅	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	2			
83	铋	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	3			
84	钋	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	4			
85	砷	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	5			
86	氫	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6			
87	鈳	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6	1		
88	鐳	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6	2		
89	鐳	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6	1	2	

续表

原子序数	元素	电 子 层 结 构																		
		K		L		M		N				O		P		Q				
		n=1		2		3		4				5		6		7				
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	7s	
90	钍	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	6	2	2	
91	镤	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	6	1	2	
92	铀	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		3	2	6	1	2
93	镎	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		4	2	6	1	2
94	钚	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		6	2	6		2
95	镅	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		7	2	6		2
96	锔	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		7	2	6	1	2
97	锿	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		8	2	6	1	2
98	镱	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		10	2	6		2
99	镱	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		11	2	6		2
100	镱	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		12	2	6		2
101	镱	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		13	2	6		2
102	镱	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		14	2	6		2
103	镱	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		14	2	6	1	2

6. 多电子原子的能级

下列示意图对各种不同的轨道的相对能量以及在不同的能级中存在的轨道数提供一近似的说明。



7. 元素的性质

在下列表中的相对原子质量以 $^{12}\text{C}=12$ 为基准；在括号内的数值表示最稳定的同位素的质量数。
 ρ 表示密度， $\theta_{c,m}$ 表示熔化温度， $\theta_{c,b}$ 表示沸腾温度及 c_p 表示比热容量。
 subl. 表示升华。

元 素	符 号	原子序数	相对原子质量	ρ/gcm^{-3}	$\theta_{c,m}/^{\circ}\text{C}$	$\theta_{c,b}/^{\circ}\text{C}$	$c_p/\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$	氧化态
铀	Ac	89	(227)	10.1	1050	3200		3
铝	Al	13	26.9815	2.70	660	2470	900	3
镅	Am	95	(243)	11.7	(1200)	(2600)	140	3, 4, 5, 6
锑	Sb	51	121.75	6.62	630	1380	209	3, 5
氩	Ar	18	39.948	1.40(87K)	-189	-186	519	
砷	As	33	74.9216	5.72		613subl.	326	3, 5
碲	At	85	(210)		(302)			
钡	Ba	56	137.34	3.51	714	1640	192	2
铍	Bk	97	(247)					3, 4
铍	Be	4	9.01218	1.85	1280	2477	1.82×10^3	2
铋	Bi	83	208.9806	9.80	271	1560	121	3, 5
硼	B	5	10.81	2.34	2300	3930	1.03×10^3	3
溴	Br	35	79.904	3.12	-7.2	58.8	448	1, 3, 4, 5, 6