

稀有元素的物理化学及 热力学性质手册

四川大学化学系

科学出版社

54.4.
171

稀有元素的物理化学及 热力学性质手册

四川大学化学系編

51.604/06



內 容 簡 介

本手册是九位进修教师在四川大学化学系苏联专家 М. X. Каране-
тьяни 专家的直接指导下编写的,内容包括約 60 种稀有元素的蒸气压、离
解压、热容、相变热、生成热、沸点及熔点等重要物理化学及热力学性质。文
献約蒐集至 1958 年。

稀有元素的物理化学及 热力学性质手册

四川大学化学系編

*

科学出版社出版 (北京朝阳門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1960 年 7 月第 一 版

书号: 2201 字数: 857,000

1960 年 7 月第一次印刷

开本: 787×1092 1/27

(京) 0001-6,000

印张: 31 7/27 插頁: 3

統一书号: 13031 · 1369

定 价: 4.50 元

序

在这一本手册中蒐集了稀有元素及其化合物的某些性质的数据。在手册中元素是按照門捷列夫周期表排列的。除了无机化合物之外,我們同时还蒐集了部分金属有机化合物。

在手册的編輯过程中,不仅利用了原始文献中的数据,而且还引用了某些其他手册中的数据,这是因为在有些情况下获得原始文献是相当困难的。除此以外,为了使得本手册的内容更趋完善和全面,我們还編入近似計算出的数据(其中包括本手册編者們所計算的結果)。

化学科学博士, М. Х. Каранетьянци

1959 年 5 月 20 日

04022

序

在我国飞速开展的社会主义建設中,稀有元素在工业上的广泛利用,已經愈来愈显得重要,無論在稀有元素的工业应用或科学研究方面,都需要了解它們的各种特性。为此,我們組織在我校随苏联化学科学博士 М. Х. Карапетьянц 专家学习的进修教师編写了这本手册。手册中汇集了大量的稀有元素的重要物理化学及热力学性质。这对于工业应用和科学研究都将是有帮助的。

手册的編写是在党的社会主义教育方針照耀下、在党組織的领导下、在苏联化学科学博士 М. Х. Карапетьянц 专家的直接指导下,并发挥了进修教师高度的积极性和集体协作精神而进行的。

在編写手册的过程中,参加工作的进修教师有陈子駿、林景臻、严雋粹、黃宗卿、董庆华、段淑貞、罗寿暉等同志;另外,田安民同志和程光鉞同志在編写初期也作了很多工作。很多单位和个人(如北京中国科学院总图书馆、北京大学图书馆及其它学校和科研部門的图书馆等)在蒐集資料方面都給予了我們很大的帮助。这里,謹向手册編写工作中給予我們以帮助的各单位和个人一併致謝。

同时,我們怀着十分感激的心情指出:虽然 М. Х. Карапетьянц 专家在我校讲学期間担任了很繁重的工作,但当我們提出希望指导編写稀有元素手册时,专家完全从我国的需要出发,欣然允諾,对整个过程中每項具体工作都严肃認真地进行指导,甚至还到苏联去蒐集我們沒有找到的資料。对这种崇高的国际主义精神和給予我們的帮助,表示衷心的敬佩和感謝。

这种手册在我国尚属初編,由于人力不足,編写時間亦仅短短半年,虽然尽了很大的努力,缺点、錯誤在所难免,因此,希望讀者多提供意見和批評,俾再版时得以修正和补充。

四川大学化学系 1959年5月

iii

編 者 前 言

本手册共分六个部分，每部分系由一种或若干种主表与分表所組成，其中共蒐集了希有元素及其化合物的下列性质的数据：生成热，热容，相变热，蒸气压，离解压，沸点及熔点。在热容，蒸气压及离解压部分中除了主表之外尚有分表，在分表中列有引自不同文献的原始数据。

在編制手册中我們尽可能全面地蒐集資料，而只弃掉那些很显然不准确的数据。

手册中元素的排列次序如下：首先是自第一族至第八族，然后是鑰系和鋼系；在每一族内部首先是主族然后是副族；对每个元素而言，排列次序如下：元素，离子，氧化物，氢氧化物，卤化物等等；金属有机化合物放在最后。当在某一化合物中包含有两个希有元素时，我們只将其数据列在位于手册前部的該元素栏内，在后一元素栏内标明見前者字样。

在編写本手册时，我們尚利用了引自其他手册的数据（特别是在沸点及熔点部分中），引自其他手册的数据用符号“ $\circ$ ”表示。近似計算的数据列在括号中，而本手册編者所計算的数据則用“*”号标出。在进行温度变换时（绝对温标和摄氏温标），变换系数取决于原始数据的有效数字；如果原始文献中的数据准确至 $1/100$ 度，变换系数取 273.16° ， $1/10$ 度—— 273.2° ，1 度—— 273° 等。如果在原始文献中同时列有两种温度，則我們未予以变动。

如果某作者所建議的值是根据另一作者的数据，則在列出前者的文献后再援引后者的文献。如果我們未能閱讀原始文献，則在列出該文献后，再列出所援引的相应文摘。自手册或专著中引用的数据，在文献中也一一列出了該手册或专著。文献全部列在每部分的最后。文献約蒐集至 1958 年。

編者們衷心地請求讀者对手册提出批評、改正和补充的意見。

目 录

第 一 部 分

蒸 气 压

表 I. 锂及其化合物的蒸气压	2
表 II. 钠及其化合物的蒸气压	7
表 III. 钾及其化合物的蒸气压	14
表 IV. 铷的蒸气压	23
表 V. 铯及其化合物的蒸气压	23
表 VI. 铊及其化合物的蒸气压	31
表 VII. 铟及其化合物的蒸气压	32
表 VIII. 铊及其化合物的蒸气压	57
表 IX. 铊及其化合物的蒸气压	65
表 X. 铊及其化合物的蒸气压	70
表 XI. 铊及其化合物的蒸气压	77
表 XII. 铊及其化合物的蒸气压	80
表 XIII. 铊及其化合物的蒸气压	81
表 XIV. 铊及其化合物的蒸气压	93
表 XV. 铊及其化合物的蒸气压	96
表 XVI. 铊及其化合物的蒸气压	101
表 XVII. 铊及其化合物的蒸气压	103
表 XVIII. 铊及其化合物的蒸气压	107
表 XIX. 铊及其化合物的蒸气压	112
表 XX. 铊及其化合物的蒸气压	118
表 XXI. 铊及其化合物的蒸气压	128
表 XXII. 铊的蒸气压	134
表 XXIII. 铊及其化合物的蒸气压	135
表 XXIV. 铊及其化合物的蒸气压	143
表 XXV. 铊及其化合物的蒸气压	153

表 XXVI. 铈及其化合物的蒸气压	154
表 XXVII. 钪及其化合物的蒸气压	157
表 XXVIII. 铈及其化合物的蒸气压	158
表 XXIX. 铈的蒸气压	159
表 XXX. 铈及其化合物的蒸气压	160
表 XXXI. 铈及其化合物的蒸气压	163
表 XXXII. 钼及其化合物的蒸气压	164
表 XXXIII. 钼及其化合物的蒸气压	165
表 XXXIV. 钼及其化合物的蒸气压	166
表 XXXV. 钼及其化合物的蒸气压	167
表 XXXVI. 钼及其化合物的蒸气压	168
表 XXXVII. 钼的化合物的蒸气压	169
表 XXXVIII. 钼的化合物的蒸气压	170
表 XXXIX. 钼的化合物的蒸气压	171
表 XL. 钼的化合物的蒸气压	171
表 XLI. 钼的化合物的蒸气压	172
表 XLII. 钼的化合物的蒸气压	172
表 XLIII. 钼的化合物的蒸气压	173
表 XLIV. 钼的化合物的蒸气压	174
表 XLV. 钼及其化合物的蒸气压	174
表 XLVI. 钼的化合物的蒸气压	176
表 XLVII. 钼的化合物的蒸气压	176
表 XLVIII. 钼的化合物的蒸气压	177
表 XLIX. 钼及其化合物的蒸气压	178
表 L. 钼及其化合物的蒸气压	181
表 LI. 钼及其化合物的蒸气压	182
表 LII. 钼及其化合物的蒸气压	196
表 LIII. 钼及其化合物的蒸气压	201
参考文献	203

第 二 部 分

离 解 压

表 I. 钼的化合物的离解压	214
----------------------	-----

表 II. 鈷的化合物的离解压	225
表 III. 鎳的化合物的离解压	233
表 IV. 鈹的化合物的离解压	241
表 V. 硼的化合物的离解压	242
表 VI. 鈾的化合物的离解压	243
表 VII. 鈾的化合物的离解压	244
表 VIII. 鈾的化合物的离解压	247
表 IX. 鈾的化合物的离解压	247
表 X. 鈾的化合物的离解压	248
表 XI. 鈾的化合物的离解压	250
表 XII. 鈾的化合物的离解压	252
表 XIII. 鈾的化合物的离解压	253
表 XIV. 鈾的化合物的离解压	255
表 XV. 鈾的化合物的离解压	256
表 XVI. 鈾的化合物的离解压	257
表 XVII. 鈾的化合物的离解压	262
表 XVIII. 鈾的化合物的离解压	263
表 XIX. 鈾的化合物的离解压	263
表 XX. 鈾的化合物的离解压	264
表 XXI. 鈾的化合物的离解压	265
表 XXII. 鈾的化合物的离解压	266
表 XXIII. 鈾的化合物的离解压	267
表 XXIV. 鈾的化合物的离解压	267
表 XXV. 鈾的化合物的离解压	268
表 XXVI. 鈾的化合物的离解压	269
表 XXVII. 鈾的化合物的离解压	272
表 XXVIII. 鈾的化合物的离解压	272
表 XXIX. 鈾的化合物的离解压	274
表 XXX. 鈾的化合物的离解压	274
表 XXXI. 鈾的化合物的离解压	275
表 XXXII. 鈾的化合物的离解压	275
表 XXXIII. 鈾的化合物的离解压	276
表 XXXIV. 鈾的化合物的离解压	276

表 XXXV. 鐳的化合物的离解压	277
表 XXXVI. 釷的化合物的离解压	277
表 XXXVII. 鈾的化合物的离解压	278
表 XXXVIII. 釷的化合物的离解压	282
参考文献	283

第 三 部 分

热 容

表 I. 鋰及其化合物的热容	288
表 II. 鈉及其化合物的热容	299
表 III. 鉍及其化合物的热容	303
表 IV. 鉍及其化合物的热容	306
表 V. 硼及其化合物的热容	311
表 VI. 鋁及其化合物的热容	324
表 VII. 鎂及其化合物的热容	326
表 VIII. 鈹及其化合物的热容	327
表 IX. 鈷及其化合物的热容	332
表 X. 鈺及其化合物的热容	333
表 XI. 鎳及其化合物的热容	334
表 XII. 鈦及其化合物的热容	339
表 XIII. 鋯及其化合物的热容	362
表 XIV. 鉛及其化合物的热容	368
表 XV. 鈳及其化合物的热容	370
表 XVI. 鈮及其化合物的热容	377
表 XVII. 鉭及其化合物的热容	380
表 XVIII. 錒及其化合物的热容	387
表 XIX. 碲及其化合物的热容	394
表 XX. 鉬及其化合物的热容	398
表 XXI. 鎢及其化合物的热容	406
表 XXII. 錳及其化合物的热容	413
表 XXIII. 鈦及其化合物的热容	415
表 XXIV. 銻及其化合物的热容	416
表 XXV. 鈾及其化合物的热容	417

表 XXVI. 鐵及其化合物的热容	421
表 XXVII. 鈹及其化合物的热容	422
表 XXVIII. 鉍及其化合物的热容	423
表 XXIX. 銅及其化合物的热容	426
表 XXX. 銻及其化合物的热容	428
表 XXXI. 鎳及其化合物的热容	430
表 XXXII. 鈳及其化合物的热容	432
表 XXXIII. 鈔及其化合物的热容	435
表 XXXIV. 鎳及其化合物的热容	436
表 XXXV. 釷及其化合物的热容	437
表 XXXVI. 铀及其化合物的热容	442
表 XXXVII. 鐳及其化合物的热容	443
表 XXXVIII. 鈾及其化合物的热容	444
表 XXXIX. 錒及其化合物的热容	445
表 XL. 鐳及其化合物的热容	446
表 XLI. 釷及其化合物的热容	447
表 XLII. 鈾及其化合物的热容	450
表 XLIII. 鐳及其化合物的热容	464
表 XLIV. 298°K 标准态热容	465
参考文献	472

第 四 部 分

相 变 热

表 I. 鋰及其化合物的相变热	482
表 II. 鈉及其化合物的相变热	485
表 III. 鉀及其化合物的相变热	488
表 IV. 鈣的相变热	491
表 V. 鎂及其化合物的相变热	492
表 VI. 鋁及其化合物的相变热	495
表 VII. 硼及其化合物的相变热	496
表 VIII. 銻及其化合物的相变热	501
表 IX. 銅及其化合物的相变热	504
表 X. 銻及其化合物的相变热	506

表 XI. 銦及其化合物的相变热	510
表 XII. 铀及其化合物的相变热	511
表 XIII. 镨及其化合物的相变热	512
表 XIV. 铈及其化合物的相变热	515
表 XV. 镱及其化合物的相变热	519
表 XVI. 铈及其化合物的相变热	521
表 XVII. 钐及其化合物的相变热	522
表 XVIII. 铈及其化合物的相变热	524
表 XIX. 钕及其化合物的相变热	526
表 XX. 铈及其化合物的相变热	527
表 XXI. 铈及其化合物的相变热	530
表 XXII. 钐的相变热	533
表 XXIII. 钐及其化合物的相变热	533
表 XXIV. 钐及其化合物的相变热	535
表 XXV. 铈的相变热	538
表 XXVI. 铈及其化合物的相变热	538
表 XXVII. 铈及其化合物的相变热	539
表 XXVIII. 钐及其化合物的相变热	541
表 XXIX. 铈的相变热	542
表 XXX. 铈及其化合物的相变热	543
表 XXXI. 铈及其化合物的相变热	543
表 XXXII. 铈及其化合物的相变热	545
表 XXXIII. 钐的相变热	546
表 XXXIV. 钐及其化合物的相变热	546
表 XXXV. 钐及其化合物的相变热	547
表 XXXVI. 钐及其化合物的相变热	549
表 XXXVII. 铈及其化合物的相变热	550
表 XXXVIII. 铈及其化合物的相变热	550
表 XXXIX. 钐及其化合物的相变热	551
表 XL. 钐及其化合物的相变热	552
表 XLI. 钐及其化合物的相变热	553
表 XLII. 铈及其化合物的相变热	554
表 XLIII. 钐及其化合物的相变热	554

表 XLIV. 鈦及其化合物的相变热	555
表 XLV. 錒及其化合物的相变热	556
表 XLVI. 釷及其化合物的相变热	556
表 XLVII. 釷及其化合物的相变热	557
表 XLVIII. 釷及其化合物的相变热	558
表 XLIX. 鈾及其化合物的相变热	559
表 L. 釷及其化合物的相变热	560
表 LI. 釷及其化合物的相变热	562
表 LII. 釷及其化合物的相变热	563
表 LIII. 釷及其化合物的相变热	567
表 LIV. 釷的相变热	569
参考文献	570

第 五 部 分

生 成 热

表 I. 鋰及其化合物的生成热	580
表 II. 鈉及其化合物的生成热	592
表 III. 鉀及其化合物的生成热	598
表 IV. 鈣的化合物的生成热	603
表 V. 鈣及其化合物的生成热	603
表 VI. 鎂及其化合物的生成热	609
表 VII. 鋁及其化合物的生成热	610
表 VIII. 鎳及其化合物的生成热	619
表 IX. 鈷及其化合物的生成热	622
表 X. 鉈及其化合物的生成热	626
表 XI. 鈷及其化合物的生成热	631
表 XII. 鉈及其化合物的生成热	633
表 XIII. 鎳及其化合物的生成热	635
表 XIV. 鈦及其化合物的生成热	638
表 XV. 鎳及其化合物的生成热	646
表 XVI. 鉛及其化合物的生成热	652
表 XVII. 鈷及其化合物的生成热	652
表 XVIII. 鉈及其化合物的生成热	658

表 XIX. 鉬及其化合物的生成热	660
表 XX. 硒及其化合物的生成热	661
表 XXI. 碲及其化合物的生成热	667
表 XXII. 鉑及其化合物的生成热	670
表 XXIII. 鉑及其化合物的生成热	670
表 XXIV. 鎢及其化合物的生成热	673
表 XXV. 鐳及其化合物的生成热	676
表 XXVI. 鐳及其化合物的生成热	677
表 XXVII. 鈳及其化合物的生成热	679
表 XXVIII. 銻及其化合物的生成热	680
表 XXIX. 鉍及其化合物的生成热	681
表 XXX. 鐵及其化合物的生成热	684
表 XXXI. 鉍及其化合物的生成热	685
表 XXXII. 鉑及其化合物的生成热	688
表 XXXIII. 釷及其化合物的生成热	692
表 XXXIV. 鈾及其化合物的生成热	695
表 XXXV. 鐳及其化合物的生成热	699
表 XXXVI. 鉍及其化合物的生成热	701
表 XXXVII. 鉍及其化合物的生成热	704
表 XXXVIII. 鈰及其化合物的生成热	705
表 XXXIX. 鎳及其化合物的生成热	707
表 XL. 釷及其化合物的生成热	708
表 XLI. 鉍及其化合物的生成热	709
表 XLII. 鎢及其化合物的生成热	710
表 XLIII. 鈳及其化合物的生成热	711
表 XLIV. 鉍及其化合物的生成热	712
表 XLV. 鉍及其化合物的生成热	713
表 XLVI. 鎢及其化合物的生成热	714
表 XLVII. 鎢及其化合物的生成热	715
表 XLVIII. 鈳及其化合物的生成热	716
表 XLIX. 鈳及其化合物的生成热	716
表 L. 鎢及其化合物的生成热	722
表 LI. 鈳及其化合物的生成热	722

表 LII. 鐳及其化合物的生成热	729
表 LIII. 釷及其化合物的生成热	730
表 LIV. 錒及其化合物的生成热	732
参考文献	733

第 六 部 分

沸 点 及 熔 点

表 I. 鋰及其化合物的沸点、熔点	746
表 II. 鈉及其化合物的沸点、熔点	750
表 III. 鉀及其化合物的沸点、熔点	753
表 IV. 銣及其化合物的沸点、熔点	755
表 V. 鐳及其化合物的沸点、熔点	757
表 VI. 硼及其化合物的沸点、熔点	758
表 VII. 鋁及其化合物的沸点、熔点	763
表 VIII. 鈮及其化合物的沸点、熔点	765
表 IX. 鈹及其化合物的沸点、熔点	767
表 X. 鈦及其化合物的沸点、熔点	770
表 XI. 鈮及其化合物的沸点、熔点	770
表 XII. 鎢及其化合物的沸点、熔点	771
表 XIII. 鈦及其化合物的沸点、熔点	773
表 XIV. 鎢及其化合物的沸点、熔点	775
表 XV. 鉛及其化合物的沸点、熔点	777
表 XVI. 鈳及其化合物的沸点、熔点	778
表 XVII. 鈳及其化合物的沸点、熔点	779
表 XVIII. 鉍及其化合物的沸点、熔点	780
表 XIX. 硒及其化合物的沸点、熔点	782
表 XX. 碲及其化合物的沸点、熔点	785
表 XXI. 鈾的沸点、熔点	787
表 XXII. 鉍及其化合物的沸点、熔点	788
表 XXIII. 鎢及其化合物的沸点、熔点	790
表 XXIV. 鈹的沸点、熔点	792
表 XXV. 鐳及其化合物的沸点、熔点	792
表 XXVI. 鐳及其化合物的沸点、熔点	793

表 XXVII. 鈳及其化合物的沸点、熔点	794
表 XXVIII. 铈及其化合物的沸点、熔点	794
表 XXIX. 铈及其化合物的沸点、熔点	795
表 XXX. 铈及其化合物的沸点、熔点	796
表 XXXI. 铈及其化合物的沸点、熔点	796
表 XXXII. 铈及其化合物的沸点、熔点	797
表 XXXIII. 铈及其化合物的沸点、熔点	799
表 XXXIV. 铈及其化合物的沸点、熔点	800
表 XXXV. 铈及其化合物的沸点、熔点	802
表 XXXVI. 铈及其化合物的沸点、熔点	804
表 XXXVII. 铈及其化合物的沸点、熔点	804
表 XXXVIII. 铈及其化合物的沸点、熔点	805
表 XXXIX. 铈及其化合物的沸点、熔点	806
表 XL. 铈及其化合物的沸点、熔点	806
表 XLI. 铈及其化合物的沸点、熔点	807
表 XLII. 铈及其化合物的沸点、熔点	807
表 XLIII. 铈及其化合物的沸点、熔点	808
表 XLIV. 铈及其化合物的沸点、熔点	808
表 XLV. 铈及其化合物的沸点、熔点	809
表 XLVI. 铈及其化合物的沸点、熔点	809
表 XLVII. 铈及其化合物的沸点、熔点	810
表 XLVIII. 铈的沸点、熔点	810
表 XLIX. 铈及其化合物的沸点、熔点	810
表 L. 铈及其化合物的沸点、熔点	811
表 LI. 铈及其化合物的沸点、熔点	811
表 LII. 铈及其化合物的沸点、熔点	812
表 LIII. 铈及其化合物的沸点、熔点	813
表 LIV. 铈及其化合物的沸点、熔点	813
参考文献	814

第一部分

蒸 气 压

在本部分中共蒐集了 53 种稀有元素 416 种化合物的饱和蒸气压数据。

如果在原始文献中只有蒸气压与温度的关系式而没有具体数据，我們已在本手册的編輯过程中将后者计算出，分別列在分表中并用符号“*”标明。