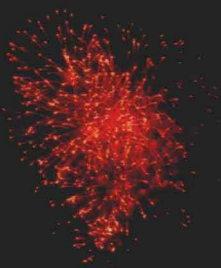


不可不知的 化学元素知识

BUKEBUZHI DE HUAXUEYUANSU ZHISHI

▶▶▶ 陈加福 陈永 主编

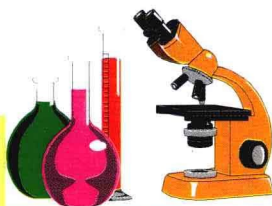


探索元素奥秘
不一样的元素，不一样的神奇



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

不可不知的 化学元素知识



主 编 陈加福 陈 永
副主编 付建伟 张佳楠
参 编 张 锐 陈志民 乔晓燕 宋菊秀
李孔斋 李 响 刘 峰 李 菁
杨 晗 肖树龙
主 审 汪大经



机械工业出版社

本书将带领读者周游化学元素世界,领略其中的美妙风光。书中主要内容包括神奇的元素周期表、第1号元素氢的故事、碱金属的故事、碱土金属的故事、“硼”友们的故事、神奇的碳家族、氮和它的兄弟们、伟大的氧家族、个性鲜明的卤族元素、其他神奇的金属元素、奇妙的惰性气体。本书集知识性、趣味性和审美性于一体,书中生动形象的文字描述和锦上添花的图片巧妙结合,使读者在愉快的阅读中开阔眼界,增长知识。本书特别适合青少年、化学教师、大中专师生及广大科普爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

不可不知的化学元素知识/陈加福,陈永主编. —北京:机械工业出版社,2013.3

ISBN 978-7-111-40779-9

I. ①不… II. ①陈…②陈… III. ①化学元素—普及读物
IV. ①O611—49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第299048号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:陈保华 责任编辑:陈保华 王 珑

版式设计:赵颖喆 责任校对:于新华

封面设计:陈 沛 责任印制:乔 宇

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2013年2月第1版第1次印刷

148mm×210mm·8.875印张·181千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-40779-9

定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

策划编辑:(010)88379734

网络服务

教材网:<http://www.cmpedu.com>

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

前言



自然界虽然多姿多彩，但组成万物的基础是化学元素，化学元素和相关的科学技术使我们的世界变得绚烂多彩。化学元素是构建我们物质世界大厦的砖和瓦，要了解物质世界，必须先了解化学元素。没有任何一种物质会回归为无，但一切物质都将因回归为它们的元素而隐退消失。人们渴望了解化学元素，了解演绎出宇宙万物的化学元素的奥秘。

本书是一位向导，可以带领读者周游化学元素的世界，领略其中的美妙风光。

本书以绝大多数已知元素的发现过程、主要性质及应用领域等知识为主，集知识性、趣味性和审美性于一体，书中生动形象的文字描述和锦上添花的图片巧妙结合，使读者在愉快的阅读中开阔眼界、增长知识，领略神奇的化学元素的美妙风光。本书特别适合青少年、化学教师、大中专师生及广大科普爱好者阅读。

本书主要内容包括神奇的元素周期表、第1号元素氢的故事、碱金属的故事、碱土金属的故事、“硼”友们的故事、神奇的碳家族、氮和它的兄弟们、伟大的氧家族、个性鲜明的卤族元素、其他神奇的金属元素、奇妙的惰性气体。



本书由陈加福、陈永主编，付建伟、张佳楠任副主编，参加编写工作的有张锐、陈志民、乔晓燕、宋菊秀、李孔斋、李响、刘峰、李菁、杨晗、肖树龙，汪大经教授对全书进行了详细审阅。

在本书的编写过程中，参考了国内外同行的大量文献资料，谨向相关人员表示衷心的感谢！

由于我们的水平有限，错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录



前言

第 1 章 神奇的元素周期表 1

- 1.1 门捷列夫的故事 1
- 1.2 63 种元素的联系 4
- 1.3 元素周期表的产生 6
- 1.4 元素周期表的结构 9

第 2 章 第 1 号元素氢的故事 11

- 2.1 人造空气 11
- 2.2 拉瓦锡得出的结论 13
- 2.3 最轻的气体 14
- 2.4 最有前途的环保燃料 16
- 2.5 强力的夺氧能手 18
- 2.6 氦、氖、氩三兄弟 18
- 2.7 储氢材料 19

第 3 章 碱金属的故事 22

- 3.1 碱金属并不是碱 22
- 3.2 最轻的金属锂 22
- 3.3 人体中不可或缺的钠 28



3.4	草木灰中就能提取的钾	33
3.5	“铷”此之美	37
3.6	最软的金属铯	41
3.7	红颜易老的钫	44
第4章 碱土金属的故事		46
4.1	晶莹翠碧的宝石——铍	46
4.2	绿色工程材料——镁	51
4.3	电视广告中出现最多的元素——钙	56
4.4	华清池“神女汤”的造就者——锶	61
4.5	化合物几乎全有毒的钡	64
4.6	让居里夫人名扬天下的镭	67
第5章 “硼”友们的故事		71
5.1	穷苦而有骨气的硼	71
5.2	少年得志的铝	75
5.3	在手掌中就能熔化的金属镓	80
5.4	癌症的罪魁祸首——铟	83
5.5	第二毒王——铊	85
第6章 神奇的碳家族		88
6.1	有机世界的中流砥柱——碳	88
6.2	无机世界的主角——硅	94
6.3	半导体工业的粮食——锗	99
6.4	怕冷又怕热的锡	103
6.5	为长生不老炼就的“铅”丹	107
第7章 氮和它的兄弟们		113
7.1	生命的基础——氮	113



7.2	霹雳火——磷	116
7.3	天下毒王——砷	120
7.4	热缩冷胀的铋	124
7.5	最后一个稳定元素——铊	129
第 8 章 伟大的氧家族		134
8.1	万物生存离不开氧	134
8.2	古老神奇的硫	136
8.3	抗癌之王——硒	141
8.4	奇异的“碲金”	143
8.5	镭的兄弟——钋	148
第 9 章 个性鲜明的卤族元素		151
9.1	最困难的发现——氟	151
9.2	一日三餐离不开的氯	154
9.3	沉睡海底千年的美人——溴	156
9.4	智力元素——碘	158
9.5	门捷列夫预测的类碘——砹	160
第 10 章 其他神奇的金属元素		163
10.1	元素周期表预言成功的典范——钪	163
10.2	太空金属——钛	165
10.3	风华绝代的钒	169
10.4	功勋累累的铬	172
10.5	真的很“锰”	177
10.6	最重要的金属——铁	181
10.7	“地下恶魔”——钴	186
10.8	魔鬼金属——镍	191



10.9	人类的功勋元素——铜	196
10.10	牺牲自己保护他人的锌	204
10.11	稀土元素的族长——钇	208
10.12	一根火柴就能点燃的锆	211
10.13	烈火金刚两兄弟——铌和钽	214
10.14	为战争而生的钼	216
10.15	铈使化学元素研究的面貌焕然一新	220
10.16	拒腐蚀永不沾的钽	222
10.17	为廉价首饰撑门面的铈	224
10.18	吸收气体的能手——钡	226
10.19	亮晶晶的少年——银	229
10.20	造成女儿村的祸首——镉	233
10.21	庞大的镧系和铪系家族	235
10.22	玻尔命令下的产物——铪	240
10.23	熔点最高的金属——钨	242
10.24	姗姗“铼”迟	245
10.25	密度冠军双胞胎——铱和铱	247
10.26	贵金属——铂	250
10.27	真“金”不怕火炼	252
10.28	流动的金属——汞	257
第 11 章 奇妙的情性气体		261
11.1	0.006 4 克的差异	261
11.2	氦的发现	262
11.3	太阳元素——氦	265
11.4	氦、氦、氦、氦的光荣独立	266
参考文献		273



第 1 章

神奇的元素周期表

1.1 门捷列夫的故事

1907 年 2 月里的一天，长街静穆，万民伫立，俄罗斯著名化学家门捷列夫的葬礼在彼得堡举行。

大街上，几万人的送葬队伍在凛冽的寒风中缓慢地移动着。人群中既没有花圈，也没有遗像，在队伍的最前面只有一块特制的木牌，上面画着门捷列夫对人类化学史做出的巨大贡献——元素周期表。那些按规律排列的、由 26 个大小写英文字母组成的元素符号显得是那样的凝重，好像它们也在寄托着对这位化学史上的奇人的哀思。

如今，任何一个具有初中文化的人都知道元素周期律，都对门捷列夫创造性的发现高山仰止。但门捷列夫的一生并非一帆风顺，正如著名作家冰心所言：“成功的花，人们只惊羡她现时的明艳！然而当初她的芽儿，浸透了奋斗的泪泉，洒遍了牺牲的血雨。”门捷列夫的一生是与苦难相伴的一生，也是终生奋斗的一生。14 岁即失



去父亲的门捷列夫经历了无数令人心酸的苦难，靠着微薄的助学金，以极大的毅力读完了大学，并发表了著名的论文《硅酸盐化合物的结构》。后来，他被聘为彼得堡大学副教授。

攀登科学高峰的路，是一条艰苦而又曲折的路。门捷列夫在这条路上，也是吃尽了苦头。但是他在自己的名言“什么是天才？终身努力，便成天才！”的激励下，克服了种种困难，以其惊人的总结能力和广博的化学知识，取得了丰硕的研究成果。

门捷列夫在担任化学教师期间，为了改变无机化学教科书陈旧、无法适应新要求的情况，他决定亲自编写一部最新的教材。

编写新教材考验着门捷列夫的毅力和智慧，面对着杂乱无章的几十种化学元素，他一时找不到任何规律。从1865年到1869年，一千多个日日夜夜，门捷列夫甚至做梦时都在想着各种化学元素。我们从他生前的画像（图1-1）可以看出，衣服的口袋特别大，据说那是为了便于放下厚厚的笔记本，因为他一想到什么，总是习惯立即从衣袋里掏出笔记本记录下来。

幸运的是，门捷列夫生活在化学界探索元素规律的时期。当时，各国的化学家都在研究已知的几十种元素的内在联系和规律，门捷列夫也以惊人的毅力投入到艰苦的探索当中。

天道酬勤。正如牛顿在看到苹果落地后受到启发，发现了万有引力一样，门捷列夫在听到邻居女孩的钢琴声后也同样受到了启发。他以惊人的洞察力，终于发现了元素周期的规律，并依此制定了元素周期表，为世界



人民留下了不朽的杰作。可以说，元素周期表是门捷列夫毕生心血的结晶。

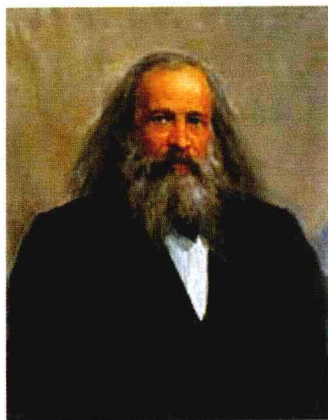


图 1-1 门捷列夫

门捷列夫的元素周期律认为：①把元素按相对原子质量的大小排列起来，会出现明显的周期性；②相对原子质量的大小决定着元素的性质；③可根据元素周期律修正已知元素的相对原子质量。

门捷列夫发明的元素周期表不但被后来一个个发现新元素的实验所证实，而且成为了指导化学家们有计划、有目的地寻找新的化学元素的理论依据。一张小小的元素周期表，承载了元素世界的无数奥秘。通过元素周期表，人们对元素的认识和研究进入了新的天地。

毫不夸张地说：元素周期表的诞生是化学史上开天辟地的一大创举。有了元素周期表，元素探索的面貌从此焕然一新！



1.2 63 种元素的联系

到 1865 年时，人们已经发现了 63 种化学元素。但这些元素之间存在怎样的联系呢？

英国化学家纽兰兹把当时已知的元素进行了排列，发现无论从哪一个元素算起，每隔 7 种元素就会出现性质相近的元素。这很像音乐上的八度音循环，因此他干脆把元素的这种周期性叫做“八音律”，并据此画出了标示元素关系的“八音律”表，如图 1-2 所示。但是由于他当时没有考虑到还有尚未发现的元素，所以未能揭示出元素之间的内在规律。

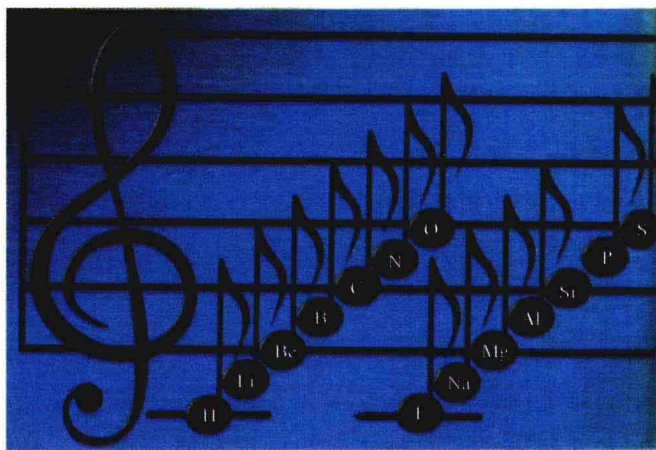


图 1-2 仿照音符的元素“八音律”

时间一天天地过去，因为没有任何头绪，无数科学家退缩了，他们放弃了对元素规律的研究。然而，面对一次次的挫折门捷列夫毫不气馁。他搜集了大量的实验



数据，将硬纸板切成方形卡片，并把 63 种元素以及它们的性质一一写在卡片上。

可是又如何排列这些卡片呢？门捷列夫陷入了深思。

按颜色排列？有的元素闪闪发光，有的元素乌黑透亮，每种元素的颜色各不相同，黄色、红色、白色、灰色……

按沸点排列？有的在室温下是液体，有的在 1 000℃ 时仍是固体。

按导电性排列？有的导电性极好，有的根本就不导电。

按某种性质排列？有的遇水就爆炸，有的在空气中会自燃。

门捷列夫苦思冥想，总也找不到它们之间有什么必然联系。

日复一日，门捷列夫有时候夜里坐在房内，静听台阶上点点滴滴的雨声，有时候白天却躺在床上，细数窗前飘零的片片落叶，脑子里一直在思考着元素之间到底有何联系。

门捷列夫也曾动摇过，每当黄昏时，如果当天思考的问题一无所获，他总爱一个人面对如血的残阳，心情抑郁地坐在一个小山旁。幸而门捷列夫对元素探索的痴心不改，否则极可能心灰意冷而萌生退意。

门捷列夫喜爱打扑克牌，一次他想起一副扑克有梅花、方块、红心和黑桃四种花色，而每一种花色又有不同数字，可以按照从小到大的顺序排列。门捷列夫受到了扑克牌的启迪，但他由于拘泥于从 1 到 13 是一个周期的限制，对元素周期律的研究还是没有取得突破性进展。

直到有一天，邻居小女孩在弹钢琴，美妙的音乐让



他陶醉。电光火石的一瞬间，他想起了纽兰兹的“八音律”表。如果把“八音律”和扑克牌相结合，结果会怎样呢？他急忙找出自己制作的卡片，按照相对原子质量大小对元素进行了重新排列。通过搜集资料，纠正错误的相对原子质量数值，并大胆采用空位排列法，他终于大彻大悟，创造性地提出了震古烁今的“化学元素周期律”观点。

世界上的事情总是在偶然中蕴含着必然。一个熟透了的苹果落在地面上，让牛顿发现了万有引力，并且创造出了经典力学的各种理论；而一个小女孩的琴声，让门捷列夫树立了人类化学史上元素周期律的丰碑！

1.3 元素周期表的产生

门捷列夫再接再厉，将已知的 63 种化学元素按相对原子质量由小到大的顺序分成几个周期，然后一个周期一个周期地排列整齐，制成一张表格，这就是“元素周期表”。最初的表中留有许多空格（也只有这位化学奇才能有这种奇思妙想），门捷列夫提出了一个大胆的设计，即每个空格代表一种暂未发现的元素，并且运用“元素周期表”可以推算出它的相对原子质量和化学性质。

1869 年 2 月，门捷列夫以《根据元素的相对原子质量和化学性质的相似性排列元素体系的尝试》为题发表文章，明确提出了化学元素周期律，即元素的性质随着相对原子质量的递增出现周期性变化的规律。同年，他耗费无数心血撰写的《化学原理》一书正式出版。在书



中，门捷列夫为化学元素周期律下了一个更加具体而又明确的定义：元素以及元素形成的单质和化合物的性质周期性地随着它们的相对原子质量而改变。

元素周期表之所以伟大，就在于它既能够指导现在，又可以预知未来。

1871年，门捷列夫在一篇论文中指出：在元素周期表中，横排紧挨在锌的后面，应该有一个相对原子质量约为68的金属元素。因为该元素在纵行的同一侧紧挨在铝的下面，权且把它称之为类铝，符号用Ea表示。那么，真的存在这样的元素吗？

面对着门捷列夫充满信心的目光，人们对他的推论还是将信将疑。

1875年9月20日，法国科学院传来喜讯：化学家布瓦德朗在美丽的闪锌矿（图1-3）中，发现了一种和铝性质相似的新元素，命名为镓。类铝和镓的性质比较见表1-1。



图1-3 美丽的闪锌矿



表 1-1 类铝和镓的性质比较

类铝 (Ea) 性质	镓 (Ga) 性质
1) 原子量 68	1) 原子量 69.72
2) 金属密度 $5.9 \sim 6.0 \text{ g/cm}^3$	2) 金属密度 5.941 g/cm^3
3) 单质具有较低的熔点	3) 单质熔点为 29.75°C
4) 常温下在空气中不氧化	4) 加温至红热时缓慢氧化
5) 能使沸腾的水分解	5) 高温下使水分解
6) 能生成矾, 但不如铝那样容易	6) 形成分子式为 $\text{NH}_4\text{Ga}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 的矾
7) 三氧化物很容易还原成金属	7) 三氧化镓在氢气流中可还原成金属镓
8) 比铝更容易挥发, 可望在光谱分析中发现	8) 镓是用光谱分析发现的

从表 1-1 可以看出, 虽然类铝和镓的性质略有出入, 但却有着许多惊人的相似。事实证明了门捷列夫预言的伟大和正确。自此, 化学家们再无任何怀疑, 他们将元素周期表奉为主臬, 按部就班地进行着元素的探索工作。而门捷列夫根据元素周期表的规律, 又相继提出了类硼、类硅等元素的存在。

既然探索元素周期律的新路已经开创, 自然会有后来人沿着这条路继续走下去。

1879 年, 瑞典化学家尼尔松发现了铕元素, 这正是门捷列夫预言的类硼。

1886 年, 德国分析化学家温克列尔发现了锗元素, 这正是门捷列夫预言的类硅。

每一种元素的发现都是那样的雷霆万钧, 震撼着世界。

由于门捷列夫预言的未知元素一次次被证实, 并且