

# 通晓化学反应

—— 确定生成物的方法。

[美] M. C. 戴 B. 科伦纳 著

彭申甫 鄢尧德 译



四川教育出版社

# 通晓化学反应

——确定生成物的方法

[美]M.C.戴, B.科伦纳著  
彭申甫 鄢尧德译

四川教育出版社

1989年·成都

责任编辑：杨亚雄

封面设计：何一兵

版面设计：刘江

**通晓化学反应——确定生成物的方法**

---

四川教育出版社出版发行      (成都盐道街三号)  
四川省新华书店经销      内江新华印刷厂印刷

---

开本787×1092毫米 1/32 印张6.5插页1 字数135千  
1989年9月第一版      1989年9月第一次印刷  
印数： 1—1010 册

---

ISBN7-5408-1123-4/G·1094 定价：1.95元

## 译 者 的 话

学好化学，必须熟悉众多的化学反应，而完全依靠死记硬背来掌握化学反应毕竟不是最好的办法。本书著者就是在定性水平上，强调根据化学原理，经过分析、推理使之能预测相当数量的化学反应的产物。该书为广大化学工作者掌握大量的重要无机化学反应提供了一条新的有效途径，是一本实用性强、适应面广的基础化学用书，对从事基础化学教学和学习的师生，尤其是中学化学教师与对化学感兴趣的高中学生是极有参考价值的。

由于原书中的命名法与我国现行的命名法不同，且不是本书内容的重点，故有关命名法的内容未译出，全书也因此由原来的九章减至八章。同时，译者对全书作了若干技术性的处理，以使内容连贯一致。

本书的第一、二、八章由彭申甫翻译；第三、四、五、六、七章和练习解答由鄢尧德翻译。

成都科学技术大学吴大诚教授对译稿提出了宝贵意见，对此译者表示衷心的感谢。

由于译者水平有限、经验不足，不妥之处和错误在所难免，欢迎读者批评指正。

译 者

1988年10月于四川教育学院

## 序

在第二次世界大战后的近三十年中，大学一年级化学课程的重点已转向阐明叙述化学的理论原理。重点转变的正确性无疑能从以下合乎逻辑的观点加以证明：(a) 如果懂得了基本原理，学生就能思考如何去解答问题；(b) 学生总能利用参考书去处理问题。回顾过去，会发现我们已经走过了头，而现在似乎正在回头，新近出版的大一化学教材中能见到大量的叙述化学内容，就是这种状况的明证。或许，这种纠偏同样也会过头，然而从总体上看，刚入学的研究生及前几代（包括我们在内）的许多人确实却不甚熟悉叙述化学。这就更为雄辨地说明叙述化学和理论原理之间过去缺乏一种平衡。

很有可能，我们现在已有两种极端的经验，将来应采用叙述化学和理论化学二者并重的方式来教学。不言而喻，化学反应是叙述化学的主体，学生可望通过化学反应来了解叙述化学的若干内容。这个问题，即通晓化学反应，正是本书的方向。

有趣的是，我们关于叙述化学，特别是化学反应的教学经验常常是令人失望的，无论课程的内容安排得如何好，但对学生来讲仍然是困难的。我们试图在所教过的许多一年级班级中、与同事的交流中，尤其是与学生的对话中找出这个问题的根源。其结论是：通常的阐述是支离破碎的，几乎没

有或根本没有系统性。这样的后果则是学生被明显是漫无目的的死记硬背的麻烦事所困扰。本书的写作目的就是为了摆脱这种状况。

在某种意义上说，本书是一本程序化的学习用书，但在另一意义上又并非如此。本书并不仅仅在提出问题和解答问题，而是重在力图阐明解答问题的推理思路。因此，不少的内容自成体系。一般而论，我们认为学生已懂得了在课堂通常学过的内容。在编写中，我们考虑了教师和学生两方面的实际需要。命名法一章就是以没有听过正规讲课而没有什么基础的学生也可以学到化学物质的命名来编写的。相反，象周期表这样的章节，学生可能最初便觉得再没有比这更是重复标准的课堂内容的了，并且或许的确就是如此。然而，第一章周期表所阐述的内容却是仔细选定的，它对预测化学反应产物特别重要，故绝对不能掉以轻心。

本书不是以特定的一年级教材的补充读物来编写的，其章节的安排以最适合现有课程的框架而确定。此外，在某些地方，所介绍的内容可能超过了教材课程中通常所讲授的范围。例如在酸和多原子负离子部分介绍了含氧酸的正、中、偏形式，就可能属于这种情况。教科书常常提到这些形式而没有解释其来源，而我们认为可以完整地加以解释。对此，一些人可能有不同看法，他们会认为完全可以将其略去。我们的意图不是要每个学生必读每一页书和弄清每个问题，而是让其根据老师的指点去阅读需要的章节和弄清碰到并需了解的问题。

虽然，我们的主要意图是把本书写成一本导论性的化学指导书，但作者认为下列两类读者将其作为复习用书也是十

分有益的。一类是要学习高等无机化学课程的读者，另一类则是要复习基础化学的刚入学的研究生。对于高中教师，无论要了解哪方面的内容，都可将其作为复习用书或学习工具书使用。

除去特别论及的某些反例外，整个说来，我们试图描述的仅是事实上能发生的反应。本书错误在所难免，感谢批评指正。

对本书手稿的圆满完成，许多人士作出了贡献。在此，我们要特别感谢D. Carpenter, P. Koenig以及B. Sen等教授对初稿的有益评论；还要感谢为本书部分手稿打字的D. Mcpherson和L. Corona；此外，还要特别感谢在最后期限和试稿时打印了若干章节的A. Burke。

#### 关于本书的使用

学生们相当普遍确信，他们要通晓某一特定的教材，或须教师特别透彻的讲解，或须反复阅读教材。然而当进行测验后，却发现情况几乎与此相反。事实上，学习化学最好也是采用“笔算法”。在学习化学中，学生应能当时判断所得特定的答案是否正确，这也是重要的。假如答案不正确，他们最好寻找到原因。为此本书采用“笔算法”来学习化学。

全书的绝大部分练习，在书后都有解答。你的解答应写在活页纸上，并打上孔，便于取用和保存。为了最有效地使用本书，你首先应在活页纸上记下你的解答，并用书后的解答检验你的解答是否正确。如果发现你的解答不对，你就应再研究有关材料直到你完全理解为止。有时甚至经过相当的研究之后仍然弄不清楚，这时你应把这个问题暂时放下，

继续解答下一个问题，并尽快找机会和教师讨论研究你暂时放下的问题。

检验解答的简便办法通常是用活页纸盖住书后的习题答案，置于你的解答旁边，以便核对。回答问题也可用此法检验。



# 目 录

译者的话

序	1
<b>第一章 周期表</b>	<b>1</b>
一、原子结构和周期性	1
元素的分类	3
电子构型	5
速记符号法	9
离子构型	9
族的电子构型	10
轨道构型	11
二、离子电荷	12
电负性	13
正离子	14
负离子	15
三、离子化合物	17
四、氧化态和价	18
五、预测氧化态	20
用元素的氧化态书写化合物的化学式	22
过渡元素的氧化态	24
内过渡元素	26
六、价和氧化态的比较	27
七、关于直接化合反应的一点说明	28

<b>第二章 直接化合反应</b> .....	30
一、与氧反应.....	32
氧与金属反应.....	33
具有—种以上氧化态的金属.....	33
氧和非金属反应.....	35
二、和氢反应.....	36
似盐氢化物.....	37
非金属氢化物.....	37
三、和卤素反应.....	38
卤素和金属反应.....	38
卤素与非金属反应.....	39
卤素互化物.....	42
四、惰性气体及其几种化合物.....	43
<b>复习 I</b> .....	45
一、电子构型.....	42
二、氧化态.....	46
三、电负性.....	47
四、二元化合物的化学式.....	48
五、直接化合反应.....	49
<b>第三章 多原子离子 盐的离解和沉淀反应</b> .....	52
一、多原子负离子.....	52
多原子离子中的氧化态.....	52
周期表中同族元素相似性.....	54
二、盐.....	56
盐的离解.....	58
沉淀反应.....	59

<b>复习 I</b> .....	63
一、周期表中同族元素相似性 .....	63
二、盐 .....	63
三、盐的离解 .....	64
四、沉淀反应 .....	65
<b>第四章 酸和碱 I</b> .....	67
一、布朗斯德-劳瑞酸 .....	67
布朗斯德-劳瑞酸的制备 .....	68
二、碱 .....	75
金属氢氧化物的制备 .....	75
三、中和 .....	76
四、布朗斯德-劳瑞酸碱反应 .....	78
共轭酸和碱 .....	79
氨作为碱 .....	80
五、布朗斯德-劳瑞碱的类型 .....	81
<b>第五章 酸和碱 I：水解</b> .....	84
一、酸性盐、碱性盐和中性盐：性质 .....	86
中性盐 .....	86
碱性盐 .....	86
酸性盐 .....	87
二、酸性盐、碱性盐和中性盐：理论基础 .....	88
中性盐 .....	88
碱性盐 .....	90
酸性盐 .....	93
<b>第六章 酸和碱 II：路易斯酸和碱（配位化学）</b> .....	96
一、路易斯酸碱定义和布朗斯德-劳瑞酸碱定义	

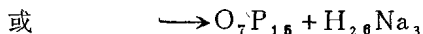
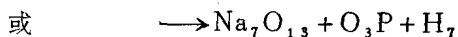
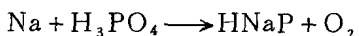
的对比·····	97
一些路易斯酸碱反应·····	98
氧化物作为路易斯酸或路易斯碱·····	99
二、配离子·····	101
<b>复习 I</b> ·····	104
一、路易斯酸碱定义和布朗斯德-劳瑞酸碱定义 的对比·····	104
二、布朗斯德-劳瑞酸的制备·····	105
三、碱酐和水·····	106
四、中和·····	107
五、布朗斯德-劳瑞酸碱反应·····	107
六、盐·····	109
七、路易斯酸碱反应·····	109
<b>第七章 氧化还原反应</b> ·····	111
一、氧化剂和还原剂·····	113
二、金属活泼性顺序·····	115
活泼性顺序·····	116
活泼性顺序的总结·····	121
三、氧化性酸·····	123
氧化性负离子·····	127
四、标准电极电势·····	129
<b>第八章 一些重要而有趣的反应</b> ·····	133
一、炼金术·····	134
二、硫酸·····	135
三、硝酸·····	137
四、冶金学·····	140

铜 .....	141
锌、铅和锡 .....	142
银和金 .....	143
铁 .....	145
五、碳酸钙和碳酸钠 .....	147
六、硬水 .....	150
七、卤素的制备 .....	152
氯 .....	152
溴 .....	153
碘 .....	153
八、一种废物——二氧化硫 .....	155
九、火山 .....	157
十、臭氧层 .....	157
十一、岩洞 .....	160
十二、肥皂和洗涤剂 .....	160
练习解答 .....	164
附录 电负性表 .....	187

# 第一章 周期表

化学反应通常是复杂的，要想从本书中学到预测所有化学反应生成物的方法显然是不可能的。事实上，在大多数情况下，要正确地预测不是一件容易的事。但是，掌握少数的简单原理和应用少量的化学常识，是能够预测相当数量的反应产物的，即使是以不正确地预测而告终，但无论如何这是经过推理思考所得的。

例如，钠和磷酸的反应。如果我们仅仅改变各原子排列顺序和它们的个数，那么就可能写出若干种反应产物。如：



等等。

显然，上面所有的推断产物都是不能成立的。问题是我们如何知道生成物是什么，或生成物是不是存在。本书的目的是给初学化学的学生提供一些有用的原则，对那些虽已学过却有些荒疏的学生则是一次复习。假定所讨论的问题你已经知道，但本书却重在选用初等化学中特别有助于预测化学反应产物方面的知识。

## 一、原子结构和周期性

对化学反应无论做什么样的论述，其起点总是周期表。

在历史上，以单质的物理性质的相似性和化学性质的相似性为基础，创立了周期表。它是对实验所观测到的单质性质之形象概括，因而是确实可靠的。如果能够理解周期表的构造，那么就能懂得元素为什么呈现出这种相似性。迄今为止，人们都是试图通过原子中电子的排列来理解这种相似性的。图1-1是常见的长式周期表。由图可知，从横向排列（周期）来看，周期表可分成 $s$ 、 $p$ 、 $d$ 和 $f$  4个区。在每个周期中，这四个区分别对应着2、6、10和14种元素。

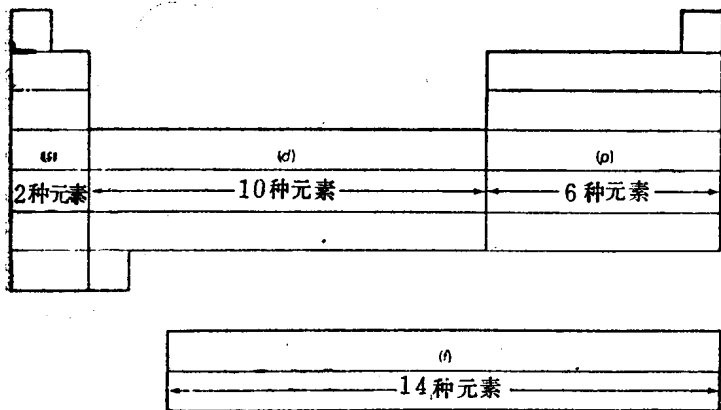


图1-1 按电子填充方式划分成 $s$ 、 $p$ 、 $d$ 和 $f$ 区的长式周期表结构

从元素原子的电子构型可知存在下列关系：

- 1 个 $s$ 轨道最多容纳 2 个电子
- 3 个 $p$ 轨道最多容纳 6 个电子
- 5 个 $d$ 轨道最多容纳 10 个电子
- 7 个 $f$ 轨道最多容纳 14 个电子

很明显，周期表分成上述四个区域是和各元素原子填充  $s$  电子、 $p$  电子、 $d$  电子和  $f$  电子相关联的。

我们很快看到周期表中上述四个区域和各元素单个原子中电子排布间的关系。现在先看看你是否能把各种元素和这四个区域联系起来。

## 练 习

1.1 利用周期表，指出下面各元素所在的区域（注意所标明的原子序数是为了帮助你确定不同元素所在的位置）。

- $_{16}\text{S}$  处于周期表中以填充  $p$  电子为特征的区域。
- $_{19}\text{K}$  处于周期表中以填充 \_\_\_\_\_ 电子为特征的区域。
- $_{24}\text{Cr}$  处于周期表中以填充 \_\_\_\_\_ 电子为特征的区域。
- $_{13}\text{Al}$  处于周期表中以填充 \_\_\_\_\_ 电子为特征的区域。
- $_{15}\text{P}$  处于周期表中以填充 \_\_\_\_\_ 电子为特征的区域。
- $_{63}\text{Eu}$  处于周期表中以填充 \_\_\_\_\_ 电子为特征的区域。
- $_{47}\text{Ag}$  处于周期表中以填充 \_\_\_\_\_ 电子为特征的区域。

## 元素的分类

为便于学习和研讨起见，可以各元素相当广泛的相似性为基础将元素分成四类。虽然以相似性为基础的分类尚有几种方式，但我们采用的方式如图 1-2 所示。

在上述分类中，填充  $s$  或  $p$  电子的是典型元素\*，而且在大多数周期表中将其列为 A 族元素。填充  $d$  电子的是过渡元素，而通常标为 B 族元素和 VIII 族元素。惰性气体多年来认为是不进行化学反应的气体。除氦外，它们是  $p$  次层填满的元素。填充  $f$  电子的是内过渡元素。内过渡元素又可进一步分成

---

\* 译者注：本书所称典型元素是指主族元素（不包括惰性气体）。



镧系元素（58号元素至71号元素）和锕系元素（89号元素至103号元素）。镧系元素称稀土元素，而锕系元素有时称第二稀土系列。

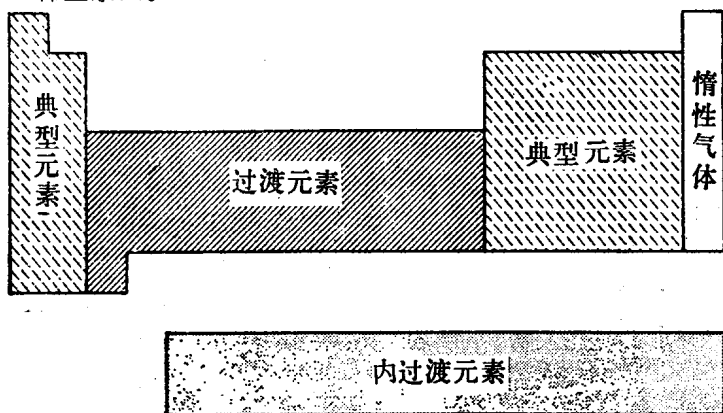


图 1-2 周期表中的四类元素

如上所述，还有其它的元素分类方法。例如一种常见的分类是典型元素包括惰性气体。依据电子构型，这样做是适合的。然而在历史上，分类是以元素的广泛的相似性为基础的。以此为依据把惰性气体自典型元素中分离出来确实是有道理的。

## 练 习

1.2 分类下列各元素，可考查你是否已掌握上述分类方法。

- $_{16}\text{S}$ 是一种\_\_\_\_\_元素。
- $_{26}\text{Fe}$ 是一种\_\_\_\_\_元素。
- $_{19}\text{K}$ 是一种\_\_\_\_\_元素。
- $_{24}\text{Cr}$ 是一种\_\_\_\_\_元素。