



化学概要

第三分册

[美] A. W. 格林斯通 S. P. 哈利斯 著

文化教育出版社

化 学 概 要

第 三 分 册

[美] A. W. 格林斯通 著
S. P. 哈 利 斯

陈光旭 等译 赵继周 校

文 化 教 育 出 版 社

内 容 简 介

本书是美国中学化学课本之一，内容包括化学概念和结合元素、化合物的技术知识。但更着重于化学的基本概念，对化学概念的叙述比较细致，注意学生对概念的应用，有它的特点。

本书分六篇，共三十五章。译本分三册出版。第一分册包括第一篇原子的行为，共十一章。第二分册包括第二篇物质在溶液里的行为、第三篇核微粒的行为，共十一章。第三分册包括第四篇非金属、第五篇金属、第六篇碳化合物的化学，共十三章。

本书可供中学生阅读，供中学化学教师 and 有关人员参考。

Concepts in Chemistry

Arthur W. Greenstone

Sidney P. Harris

1975, 3rd edition

化 学 概 要

第三分册

[美]A. W. 格林斯通 S. P. 哈里斯 著

陈光旭等译 赵继周校

*

文化教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

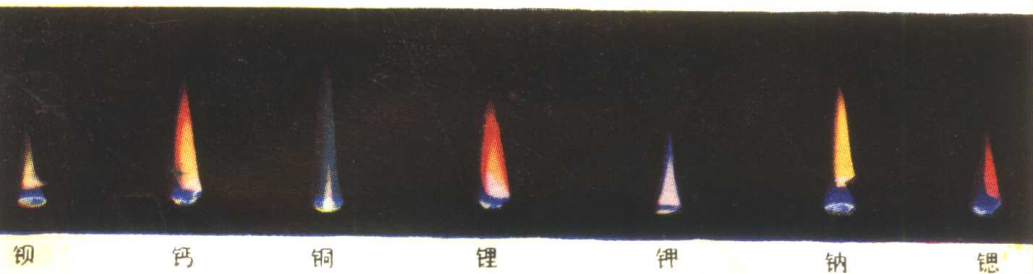
开本 787×1092 1/32 印张 14 插页 1 字数 250,000

1981年8月第1版 1982年6月第1次印刷

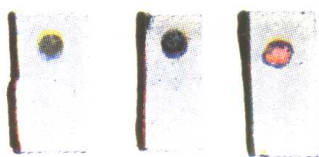
印数 1—13,500

书号 7057·039 定价 1.05 元

焰色反应



硝酸钴试验



锌

铝

镁

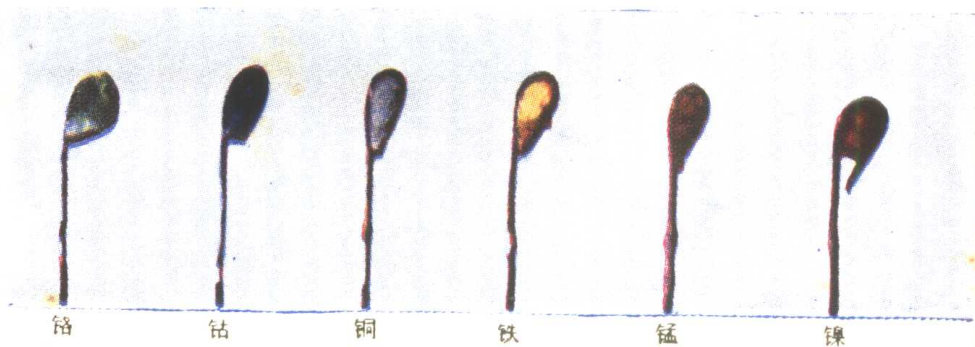
硼砂珠试验



硼砂粉



硫酸铜



铬

钴

铜

铁

锰

镍

译者序

本书是根据美国 A. W. Greenstone 和 S. P. Harris 合著的 *Concepts in chemistry* (第三版, 1975) 一书翻译的。这本书的特点是突出了概念, 用了全书一半以上的篇幅(1—3 篇)讲述化学概念, 并把这些知识应用于元素部分; 反映了现代科学成就; 使用了启发式的教学方法和编入了多种型式的练习, 以启发学生的思维。

原书编有大量彩色插图, 译本中除保留少数以及删去少数外, 其余都改为黑白图。此外, 原书在每章之后都向教师和学生介绍几本补充读物, 由于这些书籍在国内难于找到, 我们就把它们略去了。

原书共六篇, 分三十五章。译本分三册出版, 第一分册为第一篇, 第二分册为第二、三篇, 第三分册为四、五、六篇。三个分册总计约为六十五万字。参加第三分册翻译工作的有陈光旭、陈维杰、徐秀娟、何少华、姚乃红、袁其彬、李佩文、杜宝山、王佩珍、王晋康、戴远方、贺京、刘士励等同志, 最后由赵继周同志负责校阅。由于我们的水平所限, 错误难免, 衷心地欢迎读者批评指正。

译、校者于北京师范大学化学系

1981 年 8 月

目 录

第四篇 非金属族

第二十三章 卤素族	2
氯	6
盐酸	18
氟	21
溴	25
碘	31
第二十四章 硫和氧族	42
氧	44
硫	53
硫化氢和金属硫化物	60
二氧化硫	65
硫酸	70
硒、碲和钋	81
第二十五章 氮族和惰性气体	90
惰性气体	91
氮和 VA 族元素	95
氮和它的化合物	111
磷、砷、锑和铋	118
第二十六章 关于阴离子的检验技能	133
氢氧离子	134
卤素离子	136
硫离子	140
VA 族元素的离子	143
碳酸盐	145

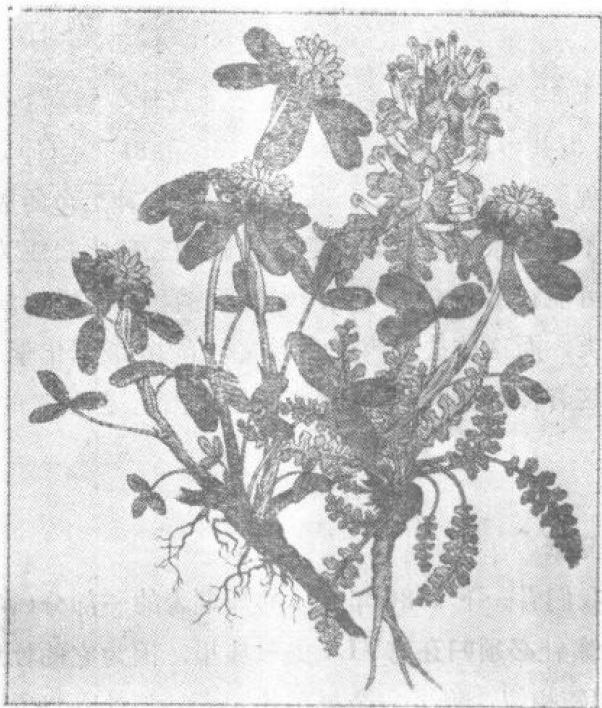
第五篇 金属族

第二十七章 碱金属和氢	149
IA 族金属	149
碱金属的化合物	157
氢	164
第二十八章 碱土金属	174
碱土元素	174
钙的化合物	180
硬水	187
其它碱土金属化合物	194
第二十九章 过渡元素	202
过渡重金属	202
铜	213
银和金	223
第三十章 铁族三素组	236
铁和钢	237
单质铁	250
铁的化合物	258
钴和镍	262
第三十一章 铝族	272
铝和铝的冶炼	275
铝的化合物	283
硼、镓、铟、铊	287
第三十二章 关于阳离子的检验技能	297
金属离子的定性分析	297
IV 和 V 组的分析及特效试验	305
未知物的分析	311

第六篇 碳的化合物的化学

第三十三章 碳族	316
碳	319
碳的化学行为	327
二氧化碳	332
一氧化碳	340
硅、锗、锡和铅	344
第三十四章 烃类	359
现代有机理论的发展	359
烷烃——饱和烃	364
不饱和开链烃	376
环烃	386
第三十五章 烃的衍生物	396
取代反应和加成反应的产物	396
醇类	404
醇的衍生物	409
酯类	420
附录 I 米制和英制及其互变	435
附录 II 有效数字	436
附录 III 科学记数法——10 的幂	437

第四篇 非 金 属 族



画在这里的是个小小的化学实验室。在苜蓿属植物的根瘤中，根瘤菌把空气中比较不活泼的氮气转化为植物生长所需的硝酸盐。其它类型细菌在土地中把单质硫转变为硫酸盐。工业上对细菌制剂已经找到许多应用，如它们能用来制备抗生素，破坏石油的细菌可以控制由漏出的油带来的污染。单

质和这些细菌不断制造的化合物，大部分都是非金属的。这一篇将集中讨论非金属为什么它们是非金属以及它们是怎样进行反应的。

第二十三章 卤 素 族

在 1930 年，化学家就可以概括地宣称：“我们知道有 92 种元素，但其中原子序数为 43、61、85 和 87 的四种元素还没有被发现。我们可以预言，85 号元素是一种黑色的或深色的固体，不溶于水而溶于苯、四氯化碳和二硫化碳成为深色溶液。它可能在室温容易气化，它能跟钠和钾缓慢地反应生成白色盐类，而这些盐可溶于水形成无色溶液。”化学家是怎样了解这有待发现的 85 号元素？他做出上述预言的根据是什么？

VIA 族元素

让我们看一下 1930 年公认的周期表的一部分(表 23-1)。84 号元素钋必须归在第 VIA 或氧族里，因为它的性质与氧、硫、硒和碲相似。但下一个更重的元素砹却难以想象为 VIIA 族的成员。这是因为氧和氦一样，是惰性气体，而 VIIA 族成员却都是活泼非金属。显然，在钋和氡之间还缺少一种元素，它的性质应该和 VIIA 卤族元素接近。让我们考察一下化学家们如何用来推断卤族元素中还存在一种有待发现的元素的数据(表 23-2)。

表 23-1 1930 年的周期表的一部分

		0
		2
		He
		4.003
VIA	VIIA	
8	9	10
O	F	Ne
16.000	19.00	20.183
16	17	18
S	C	Ar
32.066	35.457	39.944
34	35	36
Se	Br	Kr
78.96	79.916	83.80
52	53	54
Te	I	Xe
127.61	126.91	131.30
84	85	86
Po	?	Rn
[210]	[?]	[222]

化学家只要审查这些元素的单质的性质随着原子序数(和原子量)增大而改变的情况,就能预言 85 号元素的存在。随着原子序数的增大,这些元素从气态变为液态,进一步变为固态,同时颜色依次加深,在水中的溶解度逐渐变小。因此,化学家深信 85 号元素是一种深色、略溶于水的固体。卤素溶于苯或四氯化碳时颜色依次变深,所以化学家预料这种还没

表23-2 VIIA 族元素

元素	原子序数	原子量	电子排布	密度 ^① (20°C)	熔点(°C)
氟	9	18.9984	2 7	1.69克/升	-233
氯	17	35.453	2 8 7	3.214克/升	-103
溴	35	79.909	2 8 18 7	3.12克/毫升	-7.2
碘	53	126.9044	2 8 18 18 7	4.93克/毫升	113.5
砹	85	[210]	2 8 18 32 18 7	?	?

元素	沸点(°C)	状态和颜色	电离势 (ev)	氧化态	水中的溶解度
氟	-188	浅黄色气体	17.4	-1	分解水
氯	-34.6	绿黄色气体	13.0	-1, +5, +7	适量
溴	58.8	红棕色液体	11.8	-1, +5	适量
碘	184.4	灰黑色固体	10.4	-1, +5, +7	微溶
砹	?	深色固体	?	-1	微溶

有发现的元素能溶于上述化合物中形成深色溶液。随着这一族元素的原子序数和原子量的增大，它们同钠和钾的反应渐趋温和。以此为根据，85号元素跟这些金属的反应，应该很缓和，甚至很弱。既然这些元素通常都以-1氧化态存在于化合物中，那么，预料没有发现的元素也应该如此，因而它的原子外层一定具有七个电子。另外，这一元素应该同VIIA族中的其它元素一样，当处于气态时是以共价键结合的双原子分子形式存在。我们还可以进一步预期它有较高的电离势。后来，这一种未知元素的放射性同位素之一，作为核反应中的副产物，被发现了，并命名为砹。

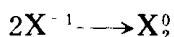
① 表 23-2 中有些数据是指各该元素的单质。——译者注

我们现在知道了VIIA 族元素或卤素的全部成员，从跟金属的反应来看，它们是起了成盐的作用。这些元素的年消耗量很大(碲除外)，从摄影术到抗爆汽油，从冷冻剂到药剂，这些元素以它们的化合物形式具有各种各样的用途。

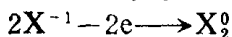
卤素单质的制备

这一族元素具有较强的获得电子的能力，因而不能以游离态存在于自然界中。对它们的制备方法和特性应该进行较充分的研究。虽然在天然卤素化合物中，它们通常以 -1 氧化态出现，如 NaCl^{-1} 、 KBr^{-1} ，但也偶尔以较高氧化态存在，如 $\text{NaI}^{+5}\text{O}_3$ 、 $\text{KCl}^{+7}\text{O}_4$ ；不过这些物质在自然界很罕见，通常都是工业制备的。我们怎样从卤素的化合物中制备它们呢？

不论采用实验室或工业的哪一种制备方法，都要使卤素离子 X^{-1} （也称做卤离子，这里并以 X^{-1} 来表示）转变成卤素原子 X^0 。鉴于后者是以共价键结合成为分子，所以这一变化最好表示为：



这一变化要求一对卤素离子丢掉 2 个电子：



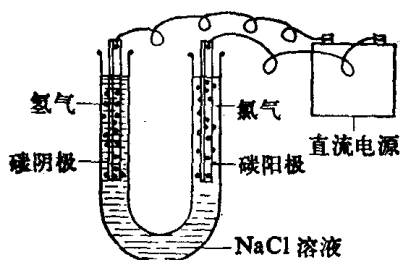
我们已学过(第十八章)，凡失去电子的变化，都叫做氧化。上述简单明了的方程式指出，从卤化物制取卤族元素需要一种能够移去电子的试剂，也就是氧化剂。移去电子既可用化学氧化剂，也可用直流电。必须记住，化学氧化剂从其它物质移去电子时，它本身就被还原。让我们看一下怎样应用氧化原理来制备单个卤族元素的单质。

氯

人们首先知道的卤素是氯，它是席勒在 1774 年制得的，但却被认为是一种氧化物。1810 年戴维证明这种令人窒息的气体是一种元素，并命名为氯；在希腊文中它是黄绿色的意思。

目前制备氯的方法是电解食盐水（氯化钠溶液），通过下面的实验可以观察到这一方法的进程。

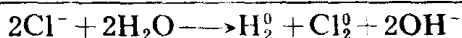
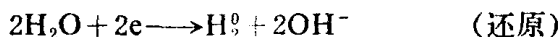
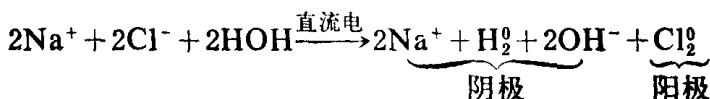
把含有几滴紫色石蕊的 2N 氯化钠溶液倒入下图的 U 形



管中。插入两根碳电极，并接上不超过 30 伏电压的直流电源。当电流接通时，观察两个电极上的气泡。几分钟后，观察每个电极周围溶液的颜色。把点燃的木条靠近每个管口，阴极产生的气体能点燃，并发生爆鸣声；而阳极上的气体却点不着。关于这一反应的产物，这些现象能告诉我们些什么呢？

阴极周围的中性石蕊(紫色)变蓝，说明有过量的 OH^- 离子生成。阳极周围颜色的几乎消失，则表明有漂白剂的存在。因此我们推测有氯气(一种漂白剂)生成。阴极上的可燃气体

可以解释为氢气，因为在反应的物质中只有氢气这一种单质可以燃烧。现在你们可以写出反应的离子方程式了。在离子方程式或注明氧化数的方程式下面还写出了氧化和还原的半反应式以及最后的电子方程式。



在这些方程式中没有出现钠离子，因为它们的氧化数并未改变。在最后的方程式中也没有出现电子，因为电子从氯离子移走后，通过电池，已转移到水分子。注意，水分子在这个反应中起到氧化剂的作用，它们本身由于夺取氯离子的电子而被还原成氢分子和氢氧根离子。

在工业上，盐水的电解是用许多电解槽进行的，如沃尔斯电解槽和虎克电解槽(图 23-1)，都是针对防止氯气跟氢氧化

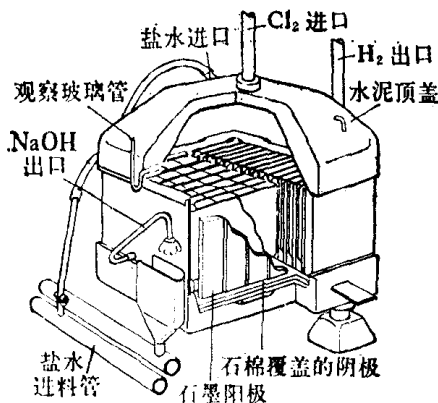


图 23-1 电解盐水用的虎克电解槽

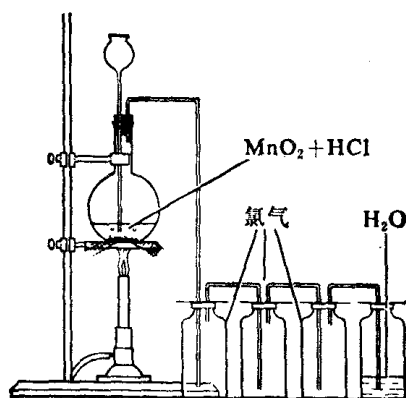
钠反应而设计的。在采用当斯法电解熔融氯化钠以生产金属钠时，也产生氯气。

某些型式的食盐水电解槽采用汞电极。这种电解槽产生的废料中含有少量的汞和汞化合物，而这些废料又往往被排放到湖泊和江河里。水里的细菌能够把汞和汞化合物转化成二甲基汞 $[\text{Hg}(\text{CH}_3)_2]$ ，二甲基汞又通过某些途径进入鱼的食物链中。这就是近年来我们发现某些鱼体中含汞的原因。

氯气的实验室制法

如果你们愿意的话，可以重复席勒的试验以便亲自观察氯气是怎样制备的。（注意：这一试验须在通风橱中进行）。

按下图所示安装仪器。在平底烧瓶中放入约5克二氧化锰粉末。向烧瓶中加足浓盐酸，直到盐酸的液面盖过漏斗。

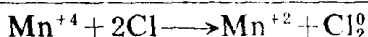
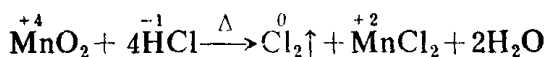


管底口至少 $\frac{1}{4}$ 英寸，塞好瓶塞。把四个集气瓶串成一组，在每个瓶口上盖一块硬纸板。前三个瓶用排空气法收集氯气，在第

四个瓶中装入一部分水，以便溶解剩余的氯气。检查这套装置，确保不漏气。用小火加热烧瓶。当前三个集气瓶都装满氯气时，停止加热。当烧瓶中所有反应都停止时，移开这些集气瓶，并在瓶口上各盖一块玻璃片。

把点燃的木条伸进一瓶氯气中，看木条是继续燃烧还是熄灭？注意瓶中气体是浅黄绿色的。然后在第二个瓶中倒入约3毫升水，并用力充分振荡瓶子。观察生成的溶液呈什么颜色？小心地向第三瓶里撒入少量的锑粉（从薄木片的一端撒）。锑粉是否燃烧起来？

反应的方程式是：



同前面一样，氯气的生成是通过氯离子氧化成氯分子来实现的，电子被+4氧化态的锰夺去。特别应该注意， $\overset{+4}{\text{Mn}}$ 在夺取氯离子的电子使之氧化的同时，它本身被还原成+2态。

氯气的性质

试验室中收集氯气的方法表明了氯气的两项物理性质：氯气(分子量=71^①)比空气重和大约稍稍能溶于水。试验证明，在室温(20°C)下，一体积水可溶解两体积氯气。人要是吸进了氯气会发呛，并感到难受；即使相当少量的氯气也是有

① 分子量大于29的气体，都比空气重。