



高中化学提升阅读

——进入国内外一流大学的阶梯

贺霞惠 王运生 主编

CHEMISTRY



复旦大学出版社



CHEMISTRY

ISBN 978-7-309-08353-8



9 787309 083538 >

定价: 35.00元

www.fudanpress.com.cn



高中化学提升阅读

——进入国内外一流大学的阶梯

CHEMISTRY 贺霞惠 王运生 主编

图书在版编目(CIP)数据

高中化学提升阅读——进入国内外一流大学的阶梯/贺霞惠,王运生主编.
—上海:复旦大学出版社,2011.9
(复旦大学附属中学“大视野”教育书系)
ISBN 978-7-309-08353-8

I. 高… II. ①贺…②王… III. 中学化学课-高中-课外读物 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 159105 号

高中化学提升阅读——进入国内外一流大学的阶梯
贺霞惠 王运生 主编
责任编辑/傅淑娟

复旦大学出版社有限公司出版发行
上海市国权路 579 号 邮编:200433
网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>
门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853
外埠邮购:86-21-65109143
大丰市科星印刷有限责任公司

开本 787×1092 1/16 印张 16.5 字数 401 千
2011 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-08353-8/G·1007
定价:35.00 元

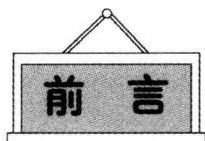
如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。
版权所有 侵权必究



内容提要

本书是为准备进入国内外一流大学的优秀高中学生提升科学素养、开拓科学视野而撰写的课外辅导书，可与高中化学课程同步学习。复旦大学附属中学的老师们从世界科学教育的发展趋势和长期教育实践出发，充分吸收国内外一流高级中学高水平课程、预科课程的精华，从理论知识拓展、走近社会和生活、动手做实验、化学史和发展前沿等四个方面精选了相关的内容；充分考虑学生的认知水平，注意科学性、通俗性、趣味性，使学生易读、易懂。

本书以阅读、理解、体验、实践为主，帮助学生从容地面对全面考查科学素养的一流大学自主招生的多元评价。本书还以原文的方式精选了部分美国AP课程习题并给予解答，为准备进入国外一流大学的高中学生提供了初步入门的资料。本书也可以作为高中化学教师的教学参考资料。



前言

面对急剧变化的世界,培养创新人才成为 21 世纪各国关注的焦点,也促使越来越多的国内外一流大学运用多元化的评价方法选拔优秀高中学生,这就对高中学生的全面素质提出了更高的要求。高中学生不但要学好学校内的有关课程,而且应该通过课外的拓展学习,开阔视野,提高科学素养,增强学习能力,才能做好进入一流大学的准备。本书就是为准备进入国内外一流大学的优秀高中学生而撰写的课外辅导书。复旦大学附属中学的老师们从世界科学教育的发展趋势和长期教育实践经验的积累出发,充分吸收国内外一流高级中学高水平课程、预科课程的精华,从理论拓展、走近社会和生活、动手做实验、化学史和发展前沿等四个方面选编了相关的内容;充分考虑学生的认知水平,注意科学性、通俗性、趣味性,使学生易读、易懂。

为了减轻学生的课业负担,本书编写基本按照上海市高中化学教材的顺序,学生在学习学校课程的同时,选择性地阅读有关的内容,作为学校课程的补充,这样不仅对理解学校课程的有关内容有帮助,而且能有效地全面提升自己的科学素养和阅读理解能力。与传统上以习题为主、以书面考试为主的教学辅导资料不同,本书是以阅读、理解、体验、实践为主,帮助学生从容地面对全面考查科学素养的一流大学自主招生的多元评价。本书还以原文的方式精选了部分美国 AP 课程习题并给予解答,为准备进入国外一流大学的高中学生提供了初步入门的资料。

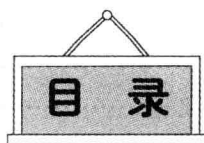
本书也可作为高中化学教师的教学参考资料,书中不仅有化学理论知识的拓展,还有化学与社会、生活联系的实例,许多有意义的小实验,还提供了有关重大的化学发展史和最新前沿发展的事实。

限于我们的学识水平,本书一定会有许多不足甚至错误。期待所有使用本书的同行和同学提出宝贵意见。

《高中化学提升阅读》由贺霞惠、王运生主持编写,各章的编写分工如下:第一章,贺霞惠;第二章,吴学良;第三章,米万宝;第四、第八章,杨海艳;第五、第十二章,王艳玲;第六、第十章,曾德琨;第七章,王运生;第九章,吴方平;第十一、第十三章,许斌伟;第十四章,李琮;有关美国 AP 课程习题精选及解答,刘硕妍。吴学良对部分章进行了审读与修改,刘硕妍对全书的有关化学式、结构式进行了统一审核,并补充了部分内容。在编写过程中获得了复旦大学附属中学领导的大力支持,在这里一并表示感谢。

复旦大学附属中学化学教研组

2011 年 8 月



第一章 开发海水中的卤素资源	1
1 理论知识拓展	1
1-1 卤族元素	1
1-2 卤素单质的性质	1
1-3 氯气和氟的制备	3
1-4 氟的含氧酸	4
2 走近社会和生活	5
2-1 当之无愧的塑料王	5
2-2 变色眼镜	6
2-3 人人需要补碘吗	6
2-4 胃液和盐酸	7
2-5 人工降雨	7
2-6 自来水的生产过程	8
3 动手做实验	8
3-1 自制消毒水	8
3-2 玻璃雕花	9
3-3 指纹实验:用碘蒸气显示指纹	9
4 化学史和发展前沿	10
4-1 发现溴的故事	10
4-2 惨烈的制氟史	11
4-3 碘的发现	12
4-4 猪八戒的启示——防毒面具的诞生	13
4-5 海洋与核能	13
第二章 氧族元素	16
1 理论知识拓展	16
1-1 氧族元素	16
1-2 氧的正化合价	18
1-3 极性的单质分子	19
1-4 单质硫的同素异形体	19
2 走近社会和生活	20
2-1 臭氧层——人类的保护伞	20
2-2 变黑的油画	20

2-3	酸雨的黑色幽默	21
2-4	火山温泉	22
2-5	人造惰性气体——六氟化硫	22
2-6	硫化橡胶	23
2-7	烫卷发中的化学	24
2-8	食品安全问题——吊白块	24
3	动手做实验	25
3-1	检验六价铬	25
3-2	鞭炮的制作	26
3-3	不用电的电灯泡	26
3-4	发光实验	27
4	化学史和发展前沿	27
4-1	氧气与燃素说	27
4-2	超导材料	28
第三章	走进原子世界	31
1	理论知识拓展	31
1-1	波尔学说和现代原子结构理论	31
1-2	薛定谔方程和四个量子数	32
1-3	多电子原子中的“能级交错”、“屏蔽效应”、“钻穿效应”	33
1-4	核外电子排布的三原则	34
1-5	美国 AP 课程精选习题与解答	34
2	走近社会和生活	36
2-1	原子结构与光谱	36
2-2	用 X 射线测定 DNA 的双螺旋结构	38
3	动手做实验	40
3-1	测定油酸分子的大小	40
4	化学史和发展前沿	41
4-1	扫描探针显微镜是探索微观世界的“眼”和“手”	41
4-2	现代的回旋加速器	44
4-3	上帝粒子	47
第四章	氧化还原反应	51
1	理论知识拓展	51
1-1	氧化还原反应的名称来源	51
1-2	浅析金属钝化	52
1-3	认识抗氧化剂	52
1-4	什么决定了氧化还原反应进行的方向	53
1-5	美国 AP 课程精选习题与解答	56
2	走近社会和生活	56

2-1	巧做水果色拉·····	56
2-2	汽车安全气囊的奥秘·····	57
2-3	解析即热饭盒与热敷袋原理·····	58
2-4	银器失色与简易保养·····	59
2-5	法医学中的血液检验·····	60
2-6	摄影中的氧化还原反应·····	60
2-7	划火柴时的化学变化·····	61
2-8	固体火箭助推器·····	62
2-9	漂白过程中的氧化还原反应·····	62
2-10	测醉实验原理·····	63
2-11	荧光棒的发光原理·····	63
3	动手做实验·····	64
3-1	燃烧成字·····	64
3-2	红瓶子蓝瓶子实验·····	64
3-3	淀粉与碘的时钟反应·····	65
3-4	奇妙的三变色振荡实验·····	66
4	化学史和发展前沿·····	67
4-1	诺贝尔奖史话·····	67
4-2	高效率的酶·····	67
4-3	巧妙的化学锯·····	70

第五章 氮族元素····· 72

1	理论知识拓展·····	72
1-1	氮族元素·····	72
1-2	氮的固定·····	73
1-3	重要的磷·····	74
1-4	神秘的砷、锑和铋·····	75
1-5	亲水的氨分子·····	76
1-6	强氧化剂硝酸·····	77
2	走近社会和生活·····	78
2-1	你知道光化学烟雾吗·····	78
2-2	你知道化肥在作物生长过程中的作用吗·····	78
2-3	四大发明之一——黑火药·····	79
2-4	火箭是怎样升空的·····	80
2-5	明星分子——一氧化氮·····	80
2-6	神奇的硝酸甘油·····	81
2-7	“奶粉事件”的罪魁祸首——三聚氰胺·····	81
2-8	为什么要使用无磷洗衣粉·····	82
2-9	氮在自然界的含量为什么保持不变·····	82
3	动手做实验·····	83

3-1	自制火柴	83
3-2	观察含磷洗衣粉对水源的危害	84
4	化学史和发展前沿	84
4-1	哈伯的贡献	84
4-2	诺贝尔与硝化甘油	85
4-3	汽车尾气净化催化剂	86

第六章 能量 原电池 88

1	理论知识拓展	88
1-1	化学能与核能的比较	88
1-2	原子核能	89
1-3	原子在得失电子过程中的能量变化	91
1-4	化学反应过程的热效应	91
1-5	溶解过程中的热效应	91
1-6	物态改变过程中的热效应	92
1-7	伏打电池和盐桥	92
1-8	铅蓄电池	93
1-9	原电池的表达式	94
1-10	焓与热化学定律	95
1-11	熵与吉布斯自由能	97
1-12	美国 AP 课程精选习题与解答	99
2	走近社会和生活	103
2-1	认识能源家族	103
2-2	大规模应用氢能还需解决的问题	103
2-3	燃料电池与化学水	104
2-4	锂电池与锂离子电池	105
3	动手做实验	107
3-1	硬币电池	107
3-2	柠檬电池	107
3-3	观察干电池	107
3-4	制作干电池	108
3-5	氢氧燃料电池的制作	108
4	化学史和发展前沿	109
4-1	伏打电池——世界上第一个干电池	109
4-2	化学镀	110
4-3	废电池应往何处去	110
4-4	一碳化学	111

第七章 物质结构 113

1	理论知识拓展	113
---	--------	-----

1-1	化学键的共用电子模型和电负性	113
1-2	分子间作用力是怎样形成的	115
1-3	Lewis 结构式和共振论	115
1-4	价电子对互斥理论和分子的几何构型	117
1-5	杂化轨道理论和 sp^3 , sp^2 , sp 杂化轨道	119
1-6	美国 AP 课程精选习题与解答	121
2	走近社会和生活	124
2-1	宝石和它们的晶体结构	124
2-2	微波炉和振动着的极性分子	126
3	动手做实验	127
3-1	搭建分子模型	127
3-2	自制 C_{60} 分子结构模型	127
4	化学史和发展前沿	128
4-1	1954 年诺贝尔化学奖获得者鲍林	128
4-2	纳米技术和分子设计	130
第八章 化学反应速率和化学平衡		134
1	理论知识拓展	134
1-1	化学反应速率概念的延伸	134
1-2	速率方程式级数的确定	135
1-3	碰撞理论和活化能理论	137
1-4	平衡常数与化学反应进行的方向	138
1-5	化学反应中的各种平衡	138
1-6	美国 AP 课程精选习题与解答	139
2	走近社会和生活	143
2-1	氟化物与蛀牙	143
2-2	借助于催化转化器实现的“以毒攻毒”	144
3	动手做实验	144
3-1	天气晴雨表与平衡移动原理	144
3-2	如何实现颜色互相变化	145
4	化学史和发展前沿	145
4-1	从空气中采肥	145
4-2	归纳推理——勒·夏特列创立了平衡移动原理	147
第九章 电解质溶液		150
1	理论知识拓展	150
1-1	三大酸碱理论	150
1-2	常见的强酸与强碱	152
1-3	王水是酸中之王吗	152
1-4	电离度与电解质的强弱	153

1-5	衡量电解质的强弱的标志——电离常数	154
1-6	酸碱指示剂的变色原理	155
1-7	缓冲溶液	156
1-8	如何判断酸式盐的酸碱性	157
1-9	美国 AP 课程精选习题与解答	158
2	走近社会和生活	160
2-1	pH 值与人体健康	160
2-2	人体中的缓冲溶液	161
2-3	认识食物的酸碱性	162
2-4	水越纯净,对健康越有利吗	162
2-5	电解质流失过多会伤身体	163
2-6	酸碱指示剂	163
2-7	植物指示剂	164
2-8	酸、碱性废水的处理	164
3	动手做实验	165
3-1	缓冲溶液对 pH 值的影响	165
3-2	自制植物酸碱指示剂	166
4	化学史和发展前沿	167
4-1	电离学说的创立者阿伦尼乌斯	167
4-2	酸碱指示剂的发现	167
4-3	索伦森创立 pH——微小量的表示法	168

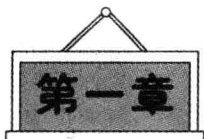
第十章 走进精彩纷呈的金属世界 170

1	理论知识拓展	170
1-1	焰火中的化学	170
1-2	铁的化合物为什么往往具有多种颜色	171
1-3	两性物质与物质的两性有什么区别	171
1-4	为什么整块金属不透明但具有金属光泽,而金属粉末常呈暗灰色或黑色	172
1-5	镁的金属性强于铝,为什么镁不能像铝一样发生“镁热反应”	172
1-6	铝的冶炼中冰晶石的作用	172
1-7	活泼金属一定做原电池的负极吗	172
1-8	合金的熔点为什么比纯金属低	172
1-9	金属导体的导电机理	173
1-10	金属铍的特殊性	173
1-11	为什么温度升高会使金属导体的电阻增大	173
1-12	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的结构	174
1-13	美国 AP 课程精选习题与解答	175
2	走近社会和生活	176
2-1	无烟锅为什么无烟	176

2-2	定向爆破为什么要用铝热剂	176
2-3	月饼盒中的脱氧保鲜剂	177
2-4	锂盐与精神病	177
2-5	铝炊具不能盛放菜过夜	177
2-6	马口铁	177
2-7	金属之最	178
2-8	红砖与青砖的颜色为何不一样	179
2-9	用锂制造化学电池的优点	179
2-10	铅中毒	179
2-11	钛	180
3	动手做实验	182
3-1	铝的钝化和腐蚀	182
3-2	胃舒平中氢氧化铝的检验	182
4	化学史和发展前沿	183
4-1	合金的三种类型	183
4-2	贮氢合金	183
4-3	形状记忆合金	184
4-4	金属的完美晶体和非晶体	184
第十一章 元素周期律		187
1	理论知识拓展	187
1-1	元素周期律的内涵	187
1-2	金属性与非金属性	187
1-3	几种原子半径数据	189
1-4	对角线规则	190
1-5	美国 AP 课程精选习题与解答	190
2	走近社会和生活	191
2-1	元素周期律对新元素的发现和研究作出了贡献	191
2-2	元素周期律对寻找和制造新物质作出了贡献	192
3	动手做实验	193
3-1	自己设计一个独特的周期表,来体现元素某些性质的递变规律	193
4	化学史和发展前沿	194
4-1	门捷列夫的生平	194
4-2	元素周期表的发现史	195
4-3	无机化学界对元素周期表的新规定和新设想	198
第十二章 物质的检验		199
1	理论知识拓展	199
1-1	分析化学简介	199
1-2	中学阶段关于物质检验的基本要求	200

1-3	几种常见离子的检验方法	200
1-4	常见气体的检验	203
1-5	有机化合物红外光谱的测绘及结构分析	204
1-6	美国 AP 课程精选习题与解答	205
2	走近社会和生活	208
2-1	火柴燃烧产物的鉴定	208
2-2	蛋白质的检验	208
2-3	血液中铁元素的检验	209
2-4	塑料的简易鉴别方法	209
2-5	各类纤维的简易鉴别方法	210
3	动手做实验	210
3-1	土壤中铁元素的检验	210
3-2	食物中含铁量的近似测定	211
3-3	用纸上层析法分离铁离子和铜离子	211
4	化学史和发展前沿	212
4-1	色谱分析	212
4-2	光谱分析	213
第十三章 定量实验		215
1	理论知识拓展	215
1-1	了解硫酸铜的性质,做好胆矾结晶水的测定	215
1-2	滴定突跃和指示剂选择	216
1-3	弱酸弱碱也能滴定	217
1-4	双指示剂的使用	219
1-5	气体体积的测定装置	220
1-6	影响气体体积的外界因素	221
1-7	美国 AP 课程精选习题与解答	222
2	走近社会和生活	225
2-1	食醋中总酸度的测定	225
2-2	水中溶解氧的测定	226
2-3	二氧化碳分子量的测定	227
3	动手做实验	228
3-1	自来水中钙镁离子含量的测定	228
3-2	谈谈你对定量实验的理解	229
4	化学史和发展前沿	229
4-1	拉瓦锡利用天平作出了伟大贡献	229
第十四章 烃及其衍生物		231
1	理论知识拓展	231
1-1	σ 键和 π 键	231

1-2	离域 π 键	232
1-3	烯烃的亲电加成	233
1-4	剖析苯环上的取代反应	233
1-5	神奇的立体异构	234
1-6	“分子间脱水”的实质	235
1-7	烯、醇、卤代烃的“三角”关系	236
1-8	芳香性规则	236
1-9	美国 AP 课程精选习题与解答	236
2	走近社会和生活	238
2-1	水果催熟剂——乙烯	238
2-2	“大力水手”的秘密武器——菠菜	239
2-3	百年名药——阿司匹林	239
2-4	葡萄糖酸钙与木糖醇	240
2-5	从“水立方”说起——漫谈高分子	241
2-6	食品安全与化工原料	242
3	动手做实验	243
3-1	检验尿糖	243
3-2	果蔬中维生素 C 的测定	244
3-3	合成香精	244
4	化学史和发展前沿	245
4-1	“生命力”学说	245
4-2	谁最早提出了苯的结构	245
4-3	组合化学	246
4-4	动态组合化学	248
4-5	Change Partner——烯烃复分解	248
4-6	生物示踪分子——绿色荧光蛋白	249
参考文献		251



开发海水中的卤素资源

- | | |
|--------------|---------------------|
| 1 理论知识拓展 | 2-6 自来水的生产过程 |
| 1-1 卤族元素 | 3 动手做实验 |
| 1-2 卤素单质的性质 | 3-1 自制消毒水 |
| 1-3 氯气和氟的制备 | 3-2 玻璃雕花 |
| 1-4 氟的含氧酸 | 3-3 指纹实验:用碘蒸气显示指纹 |
| 2 走近社会和生活 | 4 化学史和发展前沿 |
| 2-1 当之无愧的塑料王 | 4-1 发现溴的故事 |
| 2-2 变色眼镜 | 4-2 惨烈的制氟史 |
| 2-3 人人需要补碘吗 | 4-3 碘的发现 |
| 2-4 胃液和盐酸 | 4-4 猪八戒的启示——防毒面具的诞生 |
| 2-5 人工降雨 | 4-5 海洋与核能 |

1 理论知识拓展

1-1 卤族元素

卤族元素是指周期表中的ⅦA族元素。它包括氟(F)、氯(Cl)、溴(Br)、碘(I)、砹(At),由于它们在自然界中大多都以典型的盐类形式存在,属于成盐元素,故简称卤素。卤素又大量存在于海洋中,故也有人称它们为海洋元素。卤族元素的单质都是双原子分子,它们的物理性质的改变都是很有规律的,随着分子量的增大,卤素分子间的作用力逐渐增强,颜色变深,它们的熔点、沸点、密度依次递增。

卤原子的最外电子层上都有7个电子,都有取得一个电子成为最外层8个电子结构的 X^- 离子的倾向,因此卤素的化学性质很相似。卤素都有非金属性,其单质都有氧化性。卤原子半径越小,得电子能力越强,元素的非金属性也越强,单质的氧化性也越强。氟是非金属性最强的元素,氟气也是卤素单质中的氧化性最强者。

卤素的正化合价有+1, +3, +5和+7。卤素能与活泼的金属形成离子化合物。卤素之间形成的化合物称为互卤化物,如 ClF_3 , ICl 等。卤素还能形成多种价态的含氧酸,氯的含氧酸就有 $HClO$, $HClO_2$, $HClO_3$ 和 $HClO_4$ 。

1-2 卤素单质的性质

氟气(图1-1左1)常温下为淡黄色的气体,有剧毒。与水反应立即生成氢氟酸和氧气,

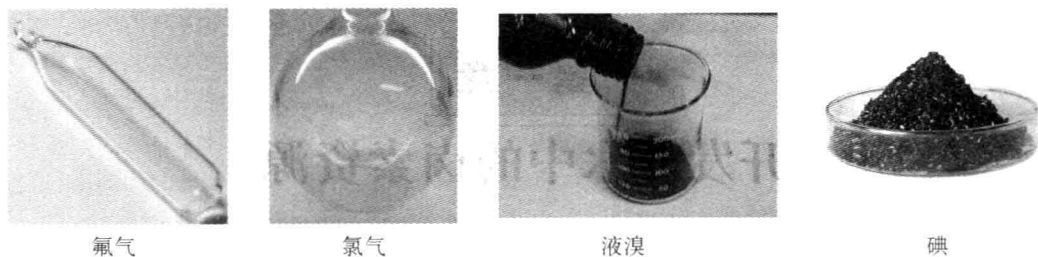


图 1-1 各种卤素单质

同时能使容器破裂,量多时还有爆炸的危险。氟气、氟化氢和氢氟酸对玻璃都有较强的腐蚀性(玻璃中含 SiO_2 , $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \longrightarrow \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$)。氟是非金属性最强的元素,因此化合物中只显-1价。单质氟与盐溶液的反应,都是先与水反应,生成的氢氟酸再与盐反应。通入碱溶液中可能导致爆炸。水溶液氢氟酸是一种弱酸,但却是稳定性、腐蚀性最强的氢卤酸,如果皮肤不慎沾到,将一直腐蚀到骨髓。氟气化学性质活泼,能与几乎所有元素发生反应(除氦、氖)。

氯气(图 1-1 左 2)常温下为黄绿色气体,可溶于水,1 体积水能溶解 2 体积氯气。有毒。考虑到贮运的方便,生产氯气的厂会将氯气进行液化制成液氯,用钢瓶或槽车运往用户。液氯生产中,须冷凝脱水,再用浓硫酸干燥后加压液化,因湿氯对钢瓶有腐蚀作用。

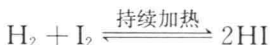
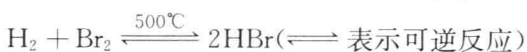
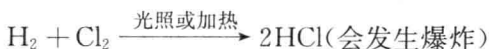
溴(图 1-1 右 2)在常温下为深红棕色液体,可溶于水,100 g 水能溶解约 3 g 溴。极易挥发,有毒。溴蒸气强烈刺激眼睛、黏膜等。由于溴比水重,溴可以加水封存,这样可以更好地防止蒸气逸出危害人体。常温下能与水微弱反应,生成氢溴酸和次溴酸。氢溴酸是一种强酸。

碘(图 1-1 右 1)在常温下为紫黑色固体,具有毒性,微溶于水,常温下 100 g 水中可溶解约 0.02 g 碘,水中加碘化物可增加碘的溶解度并加快溶解速度。但碘易溶于汽油、乙醇、苯等有机溶剂,碘酒就是碘的酒精溶液。碘加热即升华,碘蒸气呈紫红色。低毒。氧化性弱,碘与有可变价的金属化合一般生成低价金属的碘化物。氢碘酸为酸性最强的氢卤酸,也是酸性最强的无氧酸。氢碘酸有还原性。碘是所有卤素中较安全的,因为氟、氯、溴的毒性、腐蚀性均比碘强。但碘蒸气也会刺激黏膜,即使要补碘,也要用无毒的碘酸盐。

砹(At)极不稳定。砹-210 算是半衰期最长的同位素了,但其半衰期也只有 8.3 h。砹在地壳中含量极少,主要是镭、铀、钍分裂的产物。砹是放射性元素,目前为止只得到了大约 $0.05 \mu\text{g}$ 的砹。其量少、不稳定、难于聚集,故其“庐山真面目”谁都没见过。但根据卤素性质的递变规律,我们可以推测,如砹的非金属性应该较弱,而金属性较强;颜色应比碘还要深,可能是黑色固体等等。

卤素单质在化学性质上有许多相似性,如:

(1) 均能与 H_2 发生反应生成相应的卤化氢,卤化氢均能溶于水,形成无氧酸,且酸性依次增强。氢氟酸是弱酸,其余都是强酸。



(2) 均能与水反应生成相应的氢卤酸和次卤酸(氟除外)。