

—— 高等学校教材 ——

无机化学

下 册

人民教育出版社高教用书编辑部组织选编

人 民 教 育 出 版 社

无机化学

下册

人民教育出版社高教用书编辑部组织选编

人民教育出版社

本书是在 1961 年 3 月間参考和采用了部分学校的自編讲义和已出版的教科书选編而成的。参加选編工作的有天津大学馮慈珍、馬福华，浙江大学李博达，华南工学院龙惕吾，大連工学院王晋华，华东化工学院周志浩，北京化工学院吳宝琨，成都工学院申亚权和西安冶金学院王勤和等。最后由馮慈珍、李博达負責整理。

第二版付印前，由馮慈珍对第一版內容作了小的修訂。修訂过程中，馮慈珍曾与李博达討論了一些修訂意見。

本书共分上、下两册出版。上册包括物质結構，溶液理論，化学反应速度与化学平衡和氧化还原理論等基础部分。下册則以門捷列夫周期律为基础，对周期系各元素及化合物的性质、应用、存在和制备等方面，进行系統而有重点的討論。对无机化学的新兴研究方向，如絡合物化学，同位素化学，則另列专章討論。对稀有元素化学，也予以适当的加强。

本书可作高等工业学校化工、冶金类专业“无机化学”課程的試用教科书，也可供其他有关专业的师生参考。

无 机 化 学

下 册

人民教育出版社高教用书編輯部組織选編

北京市书刊出版业营业許可証出字第 2 号

人民教育出版社出版(北京景山东街)

人民教育印刷厂印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店經售

統一书号 K13010·967 开本 850×1168^{1/32} 印张 9^{1/16} 插頁 1

字数 233,000 印数 53,001--60,500 定价(8)¥0.90

1961 年 8 月第 1 版 1962 年 4 月第 2 版 1964 年 1 月北京第 5 次印刷

下册目录

第八章 卤素.....195

- § 8-1 卤素的性质.....196
- § 8-2 卤素的存在、制备和用途.....200
- § 8-3 卤素的氢化物.....202
- § 8-4 卤化物.....207
- § 8-5 卤素的含氧化合物.....212
- § 8-6 类卤素.....219

第九章 氧族元素.....222

- § 9-1 氧族元素的存在、制备性质和用途.....223
- § 9-2 氧分子的结构.....225
- § 9-3 臭氧.....225
- § 9-4 氧化物及其水化物.....226
- § 9-5 过氧化氢.....229
- § 9-6 硫化氢、金属硫化物.....232
- § 9-7 二氧化硫、亚硫酸及其盐.....237
- § 9-8 硫代硫酸及其盐.....239
- § 9-9 连硫酸和连亚硫酸及其盐.....240
- § 9-10 三氧化硫、硫酸及其盐.....241
- § 9-11 焦硫酸及其盐.....245
- § 9-12 过硫酸及其盐.....246
- § 9-13 硫的含卤素的化合物.....247
- § 9-14 硒、碲的氢化物.....248
- § 9-15 硒、碲的含氧化合物.....248

第十章 氮族元素.....251

- § 10-1 氮族元素概论.....251
- § 10-2 氮的存在、制备、性质和用途.....252
- § 10-3 氨和铵盐.....253

§ 10-4 氮的含氧酸及其盐.....258

§ 10-5 磷的存在、制备、性质和用途.....264

§ 10-6 磷的氢化物.....265

§ 10-7 磷的含氧化合物.....266

§ 10-8 磷的卤化物.....274

§ 10-9 砷、锑、铋的存在、冶炼、性质和用途.....274

§ 10-10 砷、锑、铋的化合物.....276

第十一章 碳族元素.....284

§ 11-1 碳族元素概论.....284

§ 11-2 碳化物.....285

§ 11-3 二硫化碳和四氯化碳.....287

§ 11-4 碳的含氧化合物.....287

§ 11-5 硅的存在、制备、性质和用途.....291

§ 11-6 硅的氢化物.....294

§ 11-7 硅的卤化物.....294

§ 11-8 硅的含氧化合物.....296

§ 11-9 硅有机化合物.....301

§ 11-10 锗、锡、铅的存在、提炼、性质和用途.....302

§ 11-11 锗、锡、铅的化合物.....304

§ 11-12 铅蓄电池.....309

第十二章 硼族元素.....312

§ 12-1 硼族元素概论.....312

§ 12-2 硼的存在、制备和性质.....313

§ 12-3 硼氢化合物.....314

§ 12-4 硼的卤化物.....318

§ 12-5 硼的含氧化合物.....319

§ 12-6	硼化物	323
§ 12-7	无机高分子化合物	323
§ 12-8	铝的存在、制备、性质和用途	326
§ 12-9	铝的含氧化合物	328
§ 12-10	铝盐	330
§ 12-11	铝的卤化物	331
§ 12-12	镓、铟、铊	332

第十三章 络合物化学 334

§ 13-1	络合物的概念	334
§ 13-2	络合物中化学键的本性	336
§ 13-3	络合物的异构现象	343
§ 13-4	络合物的稳定性	349
§ 13-5	内络合物	354
§ 13-6	几种特殊络合物	357
§ 13-7	络合物化学的重要性	360

第十四章 周期系第 I、II 类

主族元素 361

§ 14-1	碱金属与碱土金属概论	361
§ 14-2	碱金属与碱土金属的化合物	362
§ 14-3	碱金属与碱土金属的存在和冶炼	366

第十五章 周期系第 III 类副

族元素 371

§ 15-1	周期系各类副族元素和第 III 类元素概论	371
§ 15-2	钪分族元素	373
§ 15-3	镧系元素	373
§ 15-4	铈系元素	381
§ 15-5	第 III 类主副族元素间的关系	388

第十六章 周期系第 IV、V 类

副族元素 389

§ 16-1	钛分族元素概论	389
§ 16-2	钛的存在、冶炼和应用	390
§ 16-3	锆、铪分离	394
§ 16-4	第 IV 类主副族元素的关系	395
§ 16-5	钒分族元素概论	395
§ 16-6	钒的冶炼和用途	397
§ 16-7	铌、钽分离	397
§ 16-8	第 V 类主副族元素间的关系	398

第十七章 周期系第 VI、VII

类副族元素 399

§ 17-1	铬分族元素概论	399
§ 17-2	铬分族元素的存在和冶炼	400
§ 17-3	铬分族元素的化合物	402
§ 17-4	第 VI 类主副族元素间的关系	406
§ 17-5	锰分族元素概论	406
§ 17-6	锰分族元素的存在、冶炼、性质和用途	407
§ 17-7	锰分族元素的化合物	408
§ 17-8	第 VII 类主副族元素间的关系	413

第十八章 周期系第 VIII 类

元素 414

§ 18-1	铁系元素概论	414
§ 18-2	铁的重要化合物	415
§ 18-3	钴、镍的性质和用途	419
§ 18-4	钴的化合物	419
§ 18-5	镍的重要化合物	421
§ 18-6	铂系元素概论	423

§ 18-7 铂系元素的存在、冶炼、性质和用途.....424	§ 19-13 第 II 类典型元素和两个分族元素间的关系.....449
§ 18-8 铂系元素的重要化合物.....426	
第十九章 周期系第 I、II 类副族元素428	第二十章 同位素化学451
§ 19-1 周期系第 I 类副族元素概论.....428	§ 20-1 稳定同位素和放射性同位素.....451
§ 19-2 铜的存在、冶炼、性质和用途.....429	§ 20-2 同位素的物理、化学性质.....452
§ 19-3 铜的化合物.....432	§ 20-3 稳定同位素的分离.....455
§ 19-4 银的存在、冶炼、性质和用途.....435	§ 20-4 核反应及其类型.....456
§ 19-5 银的化合物.....436	§ 20-5 放射性同位素的制备和分离.....459
§ 19-6 由于生成络合物而使沉淀溶解.....438	§ 20-6 同位素的应用.....462
§ 19-7 金的存在、冶炼、性质和用途.....441	§ 20-7 辐射的化学效应.....464
§ 19-8 金的化合物.....441	第二十一章 元素周期系概
§ 19-9 碱金属和铜分族元素的关系.....442	观469
§ 19-10 周期系第 II 类副族元素概论.....442	§ 21-1 周期系中元素的概况.....469
§ 19-11 锌、镉、汞的存在、冶炼、性质和用途.....443	§ 21-2 元素化合价的变化规律.....470
§ 19-12 锌、镉、汞的化合物.....445	§ 21-3 化学键类型变化的周期性.....471
	§ 21-4 品格类型变化的周期性.....472
	§ 21-5 氢化物.....474
	§ 21-6 卤化物.....477
	§ 21-7 氧化物及其水化物(氢氧化物).....480
	§ 21-8 周期律是现代科学的基础.....483

第八章 鹵素

元素在地壳中的分布, 元素的化学分类

自本章起討論元素及其化合物。

从地球表面沿半徑向內 15—20 公里的地层称为地壳, 它包括地球最外圈岩石界的上部、整个水界和大气界的下部(約高 15 公里)。元素在地壳中分布的多少程度(即所謂丰度)叫做克拉克值。但是元素所占的分量对于在地壳中进行的化学作用來說, 应该决定于原子的数目, 所以更正确些应该用原子百分数来作各种元素多少的比較, 这种原子百分数称为原子克拉克。用原子量除元素的重量百分数所得的商称为元素的原子因素, 令所有元素的原子因素总和为 100, 各种元素的原子因素在此总和中所占的百分数就是它的原子克拉克。地壳中分布最广的元素的原子百分数如下:

1. 氧 52.32	2. 氫 16.95	3. 硅 16.67
4. 鋁 5.53	5. 鈉 1.95	6. 鉄 1.50
7. 鈣 1.48	8. 鎂 1.39	9. 鉀 1.08
10. 鈦 0.22	11. 磷 0.14	12. 磷 0.04
13. 錳 0.03	14. 氮 0.03	15. 硫 0.03

可以看出, 在組成地壳的原子总数中, 占 99.4% 的只有上列 15 个元素, 而其余元素的含量总共不超过 0.6%。

元素可以根据它們在地壳中的分布情况和它們在周期系中的位置来分类。在化学上, 根据对元素的認識程度、生产上的利用情况以及元素的某些特性而把元素分为普通元素和稀有元素:

I 普通元素

(1) 金属: 黑色金属 Mn、Fe, 有色金属。

(2) 非金属

II 稀有元素

(1) 轻稀有元素 Li、Rb、Cs、Be

(2) 分散元素 Ga、In、Tl、Ge、Se、Te

(3) 稀土元素 Sc、Y、La 及镧系元素

(4) 高熔点元素 Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Re

(5) 铂系元素 Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt

(6) 放射性及超铀元素

(7) 惰性气体。

本书将按长式周期表先讨论第 VII 到 III 类主族元素, 然后讨论第 I、II 类主族、各副族和第 VIII 类元素。

卤素——氟、氯及溴分族元素

第 VII 类元素以及第 I 类至第 VI 类元素都可以分为主、副族。如氟、氯、溴、碘和砷是第 VII 类主族元素, 锰、锝、铯是副族元素。主族元素中的第一、二个元素如氟、氯叫做典型元素, 其余的元素叫做某分族元素, 如溴、碘、砷是溴分族元素。锰、锝、铯也叫做锰分族元素。

卤素就定义来说是成盐元素, 因为这些元素都能直接和金属化合生成典型的盐类, 例如 NaCl。卤素中砷(原文的意思是“不稳定”)是用人工方法制得的一种放射性元素, 它也存在于钍和铀的蜕变产物中。下面只讨论氟、氯、溴和碘。

§ 8-1 卤素的性质

(一) 卤素的物理性质

卤素物理性质的变化是很有规律的。按照 $F_2—Cl_2—Br_2—I_2$ 的顺

序, 物态由气态变为固态, 熔点、沸点由低到高, 颜色由浅变深(表 8-1)。

表 8-1 卤素的一般性质

名 称	氟	氯	溴	碘
符号.....	F	Cl	Br	I
原子序数.....	9	17	35	53
电子层结构.....	2, 7	2, 8, 7	2, 8, 18, 7	2, 8, 18, 18, 7
在普通情况下:				
物态	气	气	液	固
颜色	几乎无色厚层时淡黄色	黄绿	红棕	紫色具有一些金属光泽
比重	1.11(液)	1.557(液)	3.12(液)	4.93(固)
熔点(°C)	-223	-102	-7.3	114
沸点(°C)	-187	-34.1	58.8	183
原子共价半径(Å)	0.72	0.994	1.142	1.334
X ⁻ 离子半径(Å)	1.33	1.81	1.96	2.20
氧化值	-1	-1, +1, +3, +5, +7	-1, +1, (+3), +5,	-1, +1, +3, +5, +7
非金属性与氧化性	→ 减弱			
HXO ₄ 的酸性	→ 减弱			

由分子间力的大小可以说明卤素物理性质的变化规律。在分子中, 由于电子的运动, 电子与原子核间经常发生瞬时的相对位移, 产生了瞬时偶极。从 F₂ 到 I₂ 分子变形性依次增大, 也就是分子的瞬时偶极的极性增大, 即色散力增大, 表现在物态的由气态变为固态和熔点、沸点的依次升高。

在第七章中已经指出, 物质发生颜色的原因是很复杂的, 仅从电子受能激发, 从一个轨道跳到另一轨道这一观点来看, 电子轨道愈稳定, 激发所需要的能量也愈高。氟、氯、溴、碘在元素状态时, 电子被激发所需的能量依次有差异。氟吸收紫外部分, 可见部分几乎都未吸收, 所以几乎无色, 氯吸收到蓝色部分而呈黄绿色, I₂ 可见部分除紫红外其余都

被吸收,所以呈紫紅色。

由于从 $F_2 \rightarrow I_2$ 原子半徑依次增大,核間距离也依次增大,共用电子对就更容易平均裂解,所以对热的稳定性依次变小,这可以从下列离解能的数据看出。

	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
核間距离(Å)	1.44	1.98	2.28	2.66
X—X 鍵能或离解能(千卡/克分子)	38	57.08	45.44	35.55

氟的离解能曾有过爭辯。旧的数据是由氯、溴、碘的离解能数据推出的,最近的研究确定为 37 ± 8 千卡。氟的离解能特别小的原因之一可以认为是由于氟分子中不成鍵电子的排斥。这是一个尚未解决的理論性問題。

卤素易溶于有机溶剂,在水中溶解度很小, (F_2 与水則猛烈作用) 故可利用有机溶剂来萃取水溶液中的卤素,此时卤素在两种不相溶的溶剂中的濃度是由分配定律来决定的。

游离的卤素都有毒性,对粘膜都有强烈的刺激作用,尤其是 F_2 和 Cl_2 具有剧毒和强烈臭味。

(二) 卤素的化学性质

卤素的化学性质非常活泼,易得电子变为負离子,所以都是强氧化剂。它們几乎能与所有的单质作用。

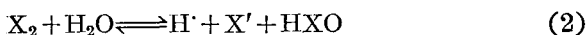
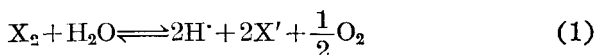
与金属和非金属的作用 F_2 能与所有的金属和大部分的非金属直接作用。 Cl_2 也能与所有的金属及除 C、N、O 以外的非金属直接作用, Br_2 与 I_2 可与除貴金属以外的所有其他金属作用。它們的非金属活泼性或氧化性,按照 $F_2 - Cl_2 - Br_2 - I_2$ 的顺序依次减小减弱。一般說来, Br_2 的活泼性与 Cl_2 相近些,而 I_2 就差得远些。

与氢的作用 卤素与氢互相作用时,其分子活泼程度的差别表现得特别显著: F_2 与 H_2 化合时,在很低的温度下,也会发生爆炸。 Cl_2 与

H₂ 在常温时化合缓慢, 加热则爆炸; Br₂ 与 H₂ 的化合仅在高温时方可察觉其速度, 而 I₂ 只能在强热时才与 H₂ 化合, 而且反应是可逆的。

卤素不仅能与氢直接化合, 且能与许多有机化合物发生卤代作用, 夺取并置换有机物中的氢, 生成 HX (X 代表卤素原子) 和含卤素的有机化合物。例如卤素能与甲烷发生取代作用生成 CH₃X、CH₂X₂、CHX₃ 及 CX₄ 等。卤素与有机化合物发生卤代的能力, 也是由氟到碘逐渐变弱, 如 F₂ 与 CH₄ 作用能发生燃烧和爆炸, 要使甲烷的氟代反应平稳进行, 必须加 CO₂ 或 N₂ 来降低 F₂ 的浓度; 氯与甲烷的氯代反应通常在光或高温下进行; 溴也能使许多有机化合物发生溴代作用, 但比氯代要弱些; 而碘与甲烷或其他饱和烃作用, 不能得到含碘的有机化合物。

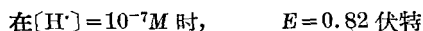
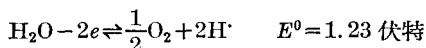
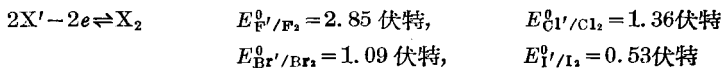
与水的作用 卤素在水中不仅是单纯的溶解过程, 它们还与 H₂O 发生反应:



反应(2)将在 §8-5 讨论。

氟与水按反应(1)猛烈地进行, 不仅放出 O₂ 且放出 O₃。氟只有在日光下按反应(1)与水反应, 放出 O₂。溴与水按反应(1)进行的趋向更小。碘与水无作用, 相反的, O₂ 容易从氢碘酸中使碘析出。

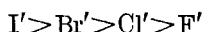
可以由下列电对的电极电位的数据来说明反应(1)进行的情况。



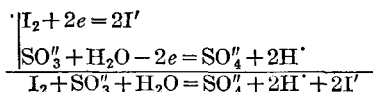
卤素负离子的置换 依 F₂ 到 I₂ 的顺序, 前面的可把后面的从其卤化物中置换出来。这种置换是卤素和卤素离子之间的氧化还原反应。从电极电位的数据可以说明卤素的氧化性按下列顺序依次改变:



作为还原剂, 卤素离子的化学活泼性则按下列顺序改变:



卤素与其他还原剂的作用 卤素能与许多其他还原剂进行氧化还原反应,例如,碘与亚硫酸钠的反应是:



§ 8-2 卤素的存在、制备和用途

存在 卤素在自然界中几乎只以化合物——卤化物的状态而存在。

氟主要是以萤石矿 CaF_2 存在于自然界中。

氯的最重要的天然化合物是食盐或氯化钠,大部分盐存在于海水中,其含量约为3%左右。除海盐外,还有“井盐”和“池盐”。盐也以固体状态存在,它在某些地区构成庞大的岩层,这种盐叫做“岩盐”。

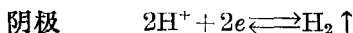
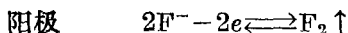
除食盐外,自然界中还有大量的其他氯的化合物。例如,含于海水并使其具有苦味的氯化镁 $MgCl_2$,以钾盐 KCl 和光卤石 $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 等矿石而存在的氯化钾等。

溴和氯一样,在自然界中多与钾、钠和镁成化合物而存在。溴的化合物常和氯的化合物一同存在,但数量少得多。

碘的化合物也存在于海水中,但含量很少,很难直接将它们由海水中分离出来。有些海藻却能吸取海水中的碘,并将其蓄积于自己的组织内。把这些海藻燃烧后留下的灰中含有碘,这是制取碘的主要来源。此外石油产区的矿井水中也含有碘(1升水中含10—100毫克)。

制备 卤素在天然界中既以带负电荷的离子存在,因此,几乎一切制备游离卤素的方法都可归结于卤素离子的氧化。这可以应用各种氧化剂,或者借电流的作用来实现。

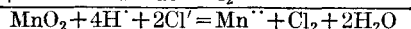
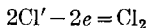
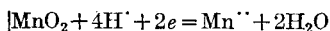
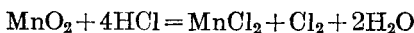
由于氟对电子的亲合力很大，还没有发现有能够夺取 F^- 的电子的氧化剂，只有利用电解的方法才能把它由化合物中游离出来。电解熔融的氟氢化钾 KHF_2 (这种盐在 $56^\circ C$ 时即熔化) 时，氟在阳极析出，氢在阴极析出：



氢和氟即使在普通温度相化合时，也会引起爆炸。因此两极必须隔离。

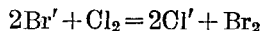
在工业上，由电解食盐水溶液可大量制得氯。应用隔膜法进行。电解时，在阳极析出氯，在阴极析出氢，并生成 $NaOH$ 。

在实验室中，通常用浓盐酸和 MnO_2 作用以制备氯：



用其他氧化剂如 PbO_2 , $KClO_3$ 等代替 MnO_2 ，同样可将盐酸氧化以制得氯。

溴和碘也可以用各种氧化剂来氧化溴化物和碘化物而制得。在工业上，用氯来氧化海水中的溴化物：



所得的溴，可用空气吹出。

苏联是世界上较早的从矿井水中取得碘的国家。取碘的方法之一是把其中所含的 I^- 离子转变为难溶的碘的化合物。

用途 分解氟分子所需的能量较低，起反应时放出大量的热，因此，氟常使燃料立即燃烧。液氟不论以体积或重量计，在所有稳定的物质中，它所蕴藏的能量最大，应用于火箭推进剂系统中。氟还用来制备一些碳氢化合物的氟衍生物，它们用作耐高温的润滑剂、耐腐蚀的塑

料、无毒性的致冷剂,和不致有着火危险的溶剂。氟又用来制备无机氟化物,这些氟化物都有很大的重要性[§8-4(二)]。氯大量用来制造许多含氯的有机和无机化合物,大量用来漂白纸张布匹和消毒饮水。溴是制造某些药物和染料的原料。碘在医药上用作消毒剂,例如碘酒就是碘的酒精溶液。碘化物有防止和治疗甲状腺肿的功能。在其他很多药剂中也都含有碘。

§8-3 卤素的氢化物

(一) 卤化氢和氢卤酸的性质和用途

卤化氢的性质 卤化氢是无色气体,有刺鼻的臭味,其中以氟化氢的毒性为最大,都能在潮湿的空气中形成相应的酸的细小雾滴。从下表可以看出,它们的熔点,沸点,除 HF 外,依 HCl—HBr—HI 的顺序升高。

表 8-2 卤化氢的一些重要物理常数

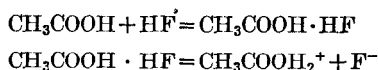
卤化氢	比重(液体)	熔 点	沸 点	生成热(千卡)
HF	0.987	-83°	19.5°	64
HCl	1.19	-112°	-84°	22.1
HBr	2.16	-87°	-67°	8.65
HI	2.80	-50.9°	-35.7°	-6

这是因为卤化氢分子的固有偶极虽是依 HCl—HBr—HI 的顺序减小,它们分子间取向力也依次递减;但是由于分子量较大的分子易变形,卤化氢分子的变形性则依 HCl—HBr—HI 的顺序增大。虽然与固有偶极和变形性有关的诱导力仍是依次递减,但与变形性有关的色散力,则依次迅速增大,其净得结果是:它们分子间的力(取向力,诱导力,色散力的总和)依次增大。所以当它们从固体转变成液体,或由液体转变成气体时,HI 需要的温度较高,HBr 次之,HCl 又次之。HF 由于有氢键存在而发生缔合,所以 HX 的熔点和沸点依 HI—HBr—HCl

的变化,到 HF 即发生突变。

卤化氢在加热时,分解成氢和卤素。HF 即使在高温时,分解也不显著, HCl 仅在 1500°C 以上才有显著的分解,而 HI 在 300°C 也有显著的分解,即卤化氢的稳定性逐渐降低。这可以从表 8-2 上生成热的数据看出。

液体氟化氢的物理性质与水相似。一般条件下其液态范围从 -83°C (熔点) 到 19.5°C (沸点)。它是一种很好的非水溶剂。由于氟化氢的化学活性,溶质在液体氟化氢中一般都不是以它们原来的简单离子出现。其中一种情况是氟化氢先与溶质起化学加成作用,所得产物再进行电离。例如氟化氢对醋酸的作用就是这一类型的反应:

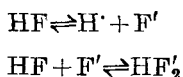


这一反应应用于“电解氟化”。在电解过程中,在阳极可以直接进行氟化以制取各种氟的化合物。

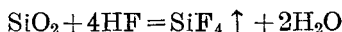
氢卤酸的性质和用途 卤化氢易溶于水,生成氢卤酸,它们的酸性依次增强,这一事实,主要可以从 H—X 键能大小来解释。

	HF	HCl	HBr	HI
0.1N HX 的电离度(%)	8.0	92.6	93.5	95.0
键能 H—X (千卡/克分子)	132.4	102.7	87.3	71.4

卤化氢是由共价键结合的极性分子。在水溶液中,因水分子的作用使 H—X 键断裂而发生电离,因此, H—X 键能愈小,就愈易断裂,电离度就愈大。HF 的键能最大,氢氟酸的酸性很弱,在较浓的溶液中,一部分 F' 与未电离的 HF 分子按下式结合:



氟化氢和氢氟酸的另一个特殊性质是它们和二氧化硅 SiO₂ 的作用,生成气态的四氟化硅 SiF₄ 和水:



SiO_2 是玻璃的組成部分，因此，氫氟酸对玻璃有腐蝕作用，它不能用玻璃瓶而用鉛、塑料、硬橡皮或涂有石腊的瓶子来儲存。（鉛和 HF 作用生成的 PbF_2 附于器壁成保护层，可以阻止鉛繼續被腐蝕）。还可以利用上述反应，用氫氟酸在玻璃上作各种标记或刻字。它在分析化学中用来溶解各种硅酸盐。

氫氟酸的蒸气有剧毒。氫氟酸和皮肤接触时，会引起痛而难痊愈的灼伤，在使用氫氟酸时应带上橡皮手套。

氫氯酸即盐酸，是由氯化氫溶于水而成。

純盐酸为无色液体，有氯化氫的刺激臭味。通常的濃盐酸約含 37% HCl，比重为 1.19，叫做发烟盐酸，这是由于揮发出的氯化氫和空气中的水蒸汽形成盐酸的細小雾滴的緣故。工业用盐酸約含 27.5% HCl，由于含有杂质（主要为 FeCl_3 ）而带黄色。

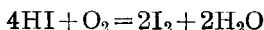
濃盐酸在加热蒸餾时，即蒸发出含有少量水分的氯化氫。在 1 大气压下这种蒸餾一直进行到盐酸溶液的濃度减小到 20.2%，温度升高到 110°C 时为止。这种在一定温度时沸騰并且其組成不变的溶液叫做恒沸溶液。

相反地，若将稀盐酸加热，則水（含有少量氯化氫）被蒸餾出来。在 1 大气压下，当剩余的酸濃度达到 20.2%，温度达到 110°C 时，同前述情况一样，溶液的組成又不改变。因此，不能借煮沸除去盐酸中全部的氯化氫。

同样 HF, HBr 和 HI 也都形成恒沸溶液。

盐酸是最重要的酸类之一。它和許多金属起反应，放出氫而生成盐类——氯化物。盐酸主要用来制备金属氯化物，又大量用于皮革工业、食品工业和焊接作业以及許多其他的生产上。少量的盐酸存在于人的胃液内，它在消化过程中起着重要的作用。

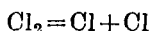
氫溴酸和氫碘酸的稳定性都較小，碘离子和溴离子較氯离子容易失去电子，故前者比后者有較强的还原性。气态的碘化氫甚至能在氧中燃燒，生成 H_2O 和 I_2 。前面曾講过空气中的氧也能氧化氫碘酸：



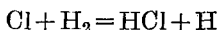
在光的作用下，这个反应更是大大地加快了。氯溴酸和氧的反应进行得相当慢，而盐酸在普通条件下则不能为氧所氧化。

(二) 卤化氢和氢卤酸的制备

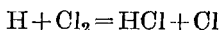
前面曾讲过卤素和氢可以直接化合而成卤化氢。以氯和氢的化合为例，氯和氢在加热或被强光照射时，首先由于吸收了能量，氯分子分解成原子：



然后，氯原子和氢分子作用生成 HCl 和氢原子：



生成的氢原子又和氯分子作用生成 HCl 和氯原子：

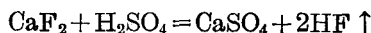


所生成的氯原子再和氢分子作用，又生成氢原子，反应就这样继续下去。

这类反应由一连串连续的反应过程所构成，叫做连锁反应。

连锁反应是相当普遍的，燃烧和爆炸也都是连锁反应。

氟化氢可用浓硫酸和氟化钙作用而制取：



由于氟化氢剧烈地腐蚀玻璃，因此反应通常在铅制容器内进行。

无水氟化氢也可由 KHF_2 加热分解得到：



工业上制备盐酸除了浓硫酸和食盐的相互作用的硫酸盐法外，还采用由氢和氯直接合成氯化氢的方法：



使氢在氯的气流中燃烧即可进行这一反应(图 8-1)。由于这两种气体只是在相互作用的瞬间才混合，就保证了过程的平静进行。

把生成的氯化氢以水吸收，则得合成盐酸。