



全国中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材

供护理、助产、药剂、检验及口腔工艺技术等专业使用

丛书顾问 文历阳 沈彬

医用化学基础

魏剑平 刘波涛 宋春★主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



全国中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材

供护理、助产、药剂、检验及口腔工艺技术等专业使用

丛书顾问 文历阳 沈彬

医用化学基础

主 编 魏剑平 刘波涛 宋 春

副主编 马世杰 戴惠玲 王敦丽 买吐送·居买

编 者 (以姓氏笔画为序)

马世杰 湖北省潜江市卫生学校

王敦丽 甘肃省酒泉卫生学校

毛 锐 贵州省人民医院护士学校

刘波涛 乌兰察布医学高等专科学校

刘宸婷 贵州省人民医院护士学校

关丽玲 新疆伊宁卫生学校

许 强 甘肃省酒泉卫生学校

买吐送·居买 新疆维吾尔医学专科学校

宋 春 江西医学高等专科学校

章洛汗 江西护理职业技术学院

蔡玉萍 乌兰察布医学高等专科学校

魏剑平 甘肃省天水市卫生学校

戴惠玲 新疆伊宁卫生学校



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是全国中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材。

本书按“够用为度、实用为先”的原则,在编写中努力体现思想性、科学性、先进性和适用性。全书共有12章和5个实验,内容包括绪论,卤素,物质结构及元素周期律,溶液,电解质溶液,有机化合物概述,烃,醇、酚和醚,醛、酮和羧酸,酯和油脂,糖类,氨基酸和蛋白质。每章内容前列出了学习目标,教学内容中间插入相关知识链接,各章末有适量习题供学生课上或课下练习、自测。

本书主要供护理、助产、药剂、检验及口腔工艺技术等专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

医用化学基础/魏剑平 刘波涛 宋 春 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.4
ISBN 978-7-5609-8825-2

I. 医… II. ①魏… ②刘… ③宋… III. 医用化学-中等专业学校-教材 IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 081137 号

医用化学基础

魏剑平 刘波涛 宋 春 主编

策划编辑:荣 静

责任编辑:程 芳

封面设计:范翠璇

责任校对:周 娟

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:9.75 插页:1

字 数:240千字

版 次:2013年4月第1版第1次印刷

定 价:26.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究



全国中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养 “十二五”规划教材编委会

丛书顾问 文历阳 沈 彬

委 员 (按姓氏笔画排序)

马世杰	湖北省潜江市卫生学校	杨永庆	甘肃省天水市卫生学校
王 梅	北京护士学校	杨运霞	安康职业技术学院
王 懿	甘肃省酒泉卫生学校	杨厚谊	江苏省镇江卫生学校
王志勇	枣阳市卫生职业技术学校	张 录	乌兰察布医学高等专科学校
尤学平	江苏省镇江卫生学校	陈天泉	甘肃省天水市卫生学校
乌建平	江西医学高等专科学校	林秋红	辽宁省营口市卫生学校
艾力·孜瓦	新疆维吾尔医学专科学校	凯赛尔·阿不都克热木	新疆维吾尔医学专科学校
石艳春	内蒙古医科大学	孟宪明	枣阳市卫生职业技术学校
朱梦照	惠州卫生职业技术学院	赵小义	陕西省咸阳市卫生学校
任卫东	辽宁省营口市卫生学校	晏志勇	江西护理职业技术学院
刘卫国	呼和浩特市卫生学校	徐玉梅	潍坊护理职业学院
刘波涛	乌兰察布医学高等专科学校	徐国华	江西护理职业技术学院
许煜和	新疆伊宁卫生学校	徐神恩	江西医学高等专科学校
孙学华	淮北职业技术学院	黄晓华	湖州中等卫生专业学校
李俊华	贵州省人民医院护士学校	董淑雯	潍坊护理职业学院
李晓彬	甘肃省酒泉卫生学校	韩爱国	潍坊护理职业学院

总序

随着我国经济的持续发展和教育体系、结构的重大调整,职业教育办学思想、培养目标随之发生了重大变化,人们对职业教育的认识也发生了本质性的转变。我国已将发展职业教育作为重要的国家战略之一。《中共中央国务院关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》中提出,在全社会实行学业证书和职业资格证书并重的制度。《国家中长期教育改革和规划纲要(2010--2020年)》中也强调,积极推进学历证书和职业资格证书“双证书”制度,推进职业学校专业课程和执业标准相衔接,完善就业准入制度。护理专业被教育部、卫生部等六部委列入国家紧缺人才专业,予以重点扶持。根据卫生部的统计,到2015年我国的护士数量将增加到232.3万人,平均年净增加11.5万人,这为护理专业的毕业生提供了广阔的就业空间,也对卫生职业教育如何进行高素质技能型护理人才的培养提出了新的要求。护理专业的人才培养应以职业技能的培养为根本,与护士执业资格考试紧密结合,力求满足学科、教学和社会三方面的需求,突出职业教育特色。

为了顺应中等卫生职业教育教学改革的新形势和新要求,在认真、细致调研的基础上,在教育部高职高专医学类及相关医学类教学指导委员会文历阳教授、沈彬教授等专家的指导下,我们组织了全国30多所卫生职业院校的200多位老师编写了这套秉承“学业证书和职业资格证书并重”理念的全国中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材。

本套教材编写过程中,力求充分体现以服务为宗旨,以就业为导向,以培养技能型、服务型高素质劳动者为目标,以临床实际应用和技能提高为主线的基本思想,结合护士执业资格考试的“考点”,突出职业教育应用能力培养的特点,充分考虑中等卫生职业学校的学生特点、就业岗位和职业考试的要求,坚持“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性、适用性),强调“三基”(基本理论、基本知识、基本技能),以“必需、够用”为度,融入学科的新知识、新进展和新技术,力求符合中职学生的认知水平和心理特点,符合社会对护理等相关卫生人才的需求特点,适应岗位对护理专业人才知识、能力和素质的需求。在充分研究、分析已有教材的优缺点的基础上,取其精华,并进行创新,力求建设一套实用性强、适用性广、老师好教学生好学的精品教材。本套教材的编写原则和主要特点如下。

(1) 紧扣教育部制定的新专业目录、新教学计划和新教学大纲的要求编写,随章节配套习题,全面覆盖知识点与考点,有效提高护士执业资格考试通过率。教材内容的深度和广度严格控制在中等卫生职业教育教学要求的范围内,具有鲜明的中等卫生职业教育特色。

(2) 紧跟教改,接轨“双证书”制度。紧跟教育部教学改革步伐,注重学业证书和职业资格证书相结合,提升学生的就业竞争力。



(3) 体现“工学结合”的人才培养模式和“基于工作过程”的课程模式。

(4) 以“必需、够用”为原则,简化基础理论,侧重临床实践与应用。多数理论课程都设有实验或者实训内容,以帮助学生理论联系实践,培养其实践能力,增强其就业能力。

(5) 基础课程注重联系后续课程的相关内容,专业课程注重满足执业资格标准和相关工作岗位需求,以利于学生就业,突出卫生职业教育的要求。

本套教材编写理念新颖,内容实用,符合教学实际,注重整体,重点突出,编排新颖,适合于中等卫生职业教育护理、助产、涉外护理等专业的学生使用。这套规划教材得到了各院校的大力支持和高度关注,它将为新时期中等卫生职业教育的发展作出贡献。我们衷心希望这套教材能在相关课程的教学发挥积极的作用,并得到读者的喜爱。我们也相信这套教材在使用过程中,通过教学实践的检验和实际问题的解决,能不断得到改进、完善。

全国中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材
编写委员会

前言

本教材属于全国中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材,是根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》中所强调的积极推进学历证书和职业资格证书“双证书”制度的有关精神和卫生部颁布的新一轮教学计划和教学大纲编写的,主要供护理、助产、药剂、检验及口腔工艺技术等专业使用。

全书共分12章。在编写中努力体现思想性、科学性、先进性和适用性,按照“够用为度、实用为先”的原则安排教学内容,降低了教材的深度和广度,避免了烦琐的推导和分析,突出了化学与医学、化学与生活的关系。

为了便于学生学习和掌握知识,每章内容前列出了学习目标;教学内容中间插入相关知识链接,以提高学生的学习兴趣,扩大学生的知识面;各章末有适量习题供学生课上或课下练习、自测。

本教材实行主编负责制,全书由来自9所医学院校的13位教师分工编写、集体审定而成。教材编写过程中,得到了各参编者所在学校的大力支持,在此表示衷心感谢!对本书所引用的参考文献的原作者也深表谢意。

限于编者水平,以及时间仓促,教材中难免有错误和不当之处,敬请专家和同行以及使用本教材的教师提出宝贵意见,以便修订和完善。

魏剑平

目 录

第一章 绪论	/ 1
第二章 卤素	/ 4
第一节 氯气	/ 4
第二节 卤素单质的性质	/ 6
第三节 常见的金属卤化物	/ 10
第三章 物质结构和元素周期律	/ 13
第一节 原子结构	/ 13
第二节 元素周期律和元素周期表	/ 16
第三节 化学键	/ 19
第四章 溶液	/ 26
第一节 物质的量	/ 26
第二节 溶液的浓度	/ 30
第三节 溶液的渗透压	/ 37
第五章 电解质溶液	/ 46
第一节 弱电解质的电离平衡	/ 46
第二节 水的电离和溶液的酸碱性	/ 49
第三节 盐类的水解	/ 52
第四节 缓冲溶液	/ 54
第六章 有机化合物概述	/ 60
第一节 有机化合物及其特性	/ 60
第二节 有机化合物的分类	/ 63
第七章 烃	/ 67
第一节 烃	/ 67
第二节 饱和链烃	/ 68
第三节 不饱和链烃	/ 71
第四节 闭链烃	/ 74
第八章 醇、酚和醚	/ 78
第一节 醇	/ 78
第二节 酚	/ 83
第三节 醚	/ 85



第九章 醛、酮和羧酸	/ 89
第一节 醛和酮	/ 89
第二节 羧酸	/ 93
第十章 酯和油脂	/ 100
第一节 酯	/ 100
第二节 油脂	/ 102
第十一章 糖类	/ 107
第一节 单糖	/ 107
第二节 二糖	/ 112
第三节 多糖	/ 114
第十二章 氨基酸和蛋白质	/ 118
第一节 氨基酸	/ 118
第二节 蛋白质	/ 122
化学实验基本知识	/ 128
实验一 化学实验基本操作	/ 132
实验二 溶液的配制	/ 134
实验三 溶液的稀释	/ 137
实验四 电解质溶液	/ 139
实验五 有机化合物的重要性质实验	/ 140
附录	/ 143
附录 A SI 基本单位	/ 143
附录 B 基本单位及其换算	/ 143
附录 C 酸、碱和盐的溶解性表	/ 144
参考文献	/ 146

第一章

绪论



学习目标

掌握:化学研究的对象,学习化学的方法。

熟悉:化学的发展历史。

了解:化学和医学的关系。

一、化学研究的对象

自然界是由物质组成的。种类繁多、存在形式各异的物质是处于不断的运动和变化之中的。物质的各种运动形式是彼此联系的,在一定的条件下可以互相转换。自然科学就是研究物质和物质的相互关系及其运动形式的科学。化学作为自然科学中一门重要的基础科学,它是研究物质的组成、结构、性质、变化及其应用的一门自然科学。化学研究的内容非常丰富和广泛,根据所研究的对象、方法、手段、目的和任务的不同,可将化学分为如下几类。

无机化学:研究元素、单质和无机化合物的来源、制备、结构、性质、变化和应用。

有机化学:研究有机化合物的结构、性质、制备。

分析化学:研究物质成分和含量的测定原理和方法。

物理化学:运用物理学和数学的原理和方法研究物质及其化学变化的基本规律。

生物化学:研究有机体的生命过程。

二、化学的发展历史

化学的发展历史大致可以分为三个时期。17世纪中叶以前的古代和中古时期,人们的化学知识来源于以实用为目的的具体工艺过程的体验,如制作陶器、冶炼青铜、染色、酿造、医药等实践活动,化学作为一门科学尚未诞生。17世纪后半叶到19世纪后半叶,这一时期随着资本主义工业生产的迅速发展,自然科学也取得了巨大的进步,也是近代化学发展的重要时期,例如:1777年法国化学家拉瓦锡(A. Lavoisier)提出了燃烧的氧化学说,证明了化学过程中的物质不灭定律;1803年英国化学家道尔顿(J. Dalton)提出了元素的原子量概念,之后又提出了科学的原子学说;1811年,意大利化学家阿伏伽德罗(A. Avogadro)提出了分子的概念,进一步充实了分子原子学说,为物质结构价键理论的研究奠



定了基础;原子-分子论建立之后,1869年,俄国化学家门捷列夫(Mendeleev)对元素周期律的重大发现不仅使无机化学形成了比较完整的体系,而且与原子-分子学说相结合,形成了化学理论体系。化学实现了从经验到理论的重大飞跃,真正被确立为一门独立的学科。

20世纪开始,是现代化学时期。百年来,由于科学技术迅速发展,化学学科无论是在理论、研究方法还是实验技术以及应用等方面都发生了巨大的变化,原有的基础学科已容纳不下新发展的事物,又衍生出许多分支。如:高分子化学、药物化学、农业化学、地球化学、环境化学、材料化学等。化学的发展必将对诸如生命科学、环境保护、能源开发、新材料的合成利用等重大课题的研究起重要作用。

三、化学与医学的关系

化学不仅与国民经济、国防和科学技术的发展密切相关,也与人类的衣食住行、生老病死有着密切关系。在中国,古代的炼丹术士和巫医就是化学和医学的共同祖先;在欧洲,早在16世纪,化学家就提出化学要为医治疾病制造药物的理念。1800年,英国化学家H. Davy发现了一氧化二氮的麻醉作用,他认为可将其用于外科手术,美国医生Wells不久之后就将其用于拔牙。后来乙醚、普鲁卡因等更加有效的麻醉药物被发现,无痛外科手术成为可能。1932年,德国科学家Domagk发现一种偶氮磺胺染料可治愈细菌性败血症,受此启发,化学家制备了许多新型的磺胺类药物,并开创了今天的抗生素药物领域。所以,医学的发展与化学密切相关。

化学与我们每个人的生活和生命密切相关,现代医学与化学的关系更加密切。医学是研究人体正常的生理现象和病理现象、寻求防病治病的方法、保障人类健康的科学。人体的生命过程,如消化、吸收、呼吸、排泄等都是体内复杂的化学变化的反映。组成人体的五大化学物质是糖、脂肪、蛋白质、水和无机盐,这些物质在体内的代谢也同样遵循化学的基本原理和规律。与人类健康有关的环境保护、卫生监测、预防保健、疾病的诊断和治疗、药物制剂和药理作用、中草药有效成分的提取、鉴定和新药的研制等,无一不涉及丰富的化学知识。因此,必须掌握一定的化学知识,才能更好地研究生命活动的规律,从而深入了解生命现象的实质。

由于医学和化学的关系密切,世界各国在医学教育中都把化学作为重要的基础课。本教材包括无机化学、有机化学、化学实验三部分内容。学习化学的任务是使学生获得学习医学所必需的化学基本理论、基本知识和基本技能。一方面有利于学生学习后续课程,如生物化学、生理学、药理学等;另一方面是培养学生的逻辑思维能力,提高学生分析问题、解决问题的能力,为学生将来从事专业工作提供更多的思路和方法。

四、化学的学习方法

化学课的特点是理论性强、涉及的概念多,因此难度较大。希望同学们学习化学时,要做到以下几个方面:

(1) 课前预习。在每一章节教学之前先浏览一下整章内容,对将要讲授的内容重点和知识难点有一定的了解。这样,学习时从一开始就能争取主动,安排好学习计划,提高学习效率。

(2) 认真听课。课堂听讲十分关键,听课时要紧跟教师的思路,积极思考、产生共鸣。

同时,还要做好笔记,记下讲课的重点内容,以备复习。

(3) 课后复习。复习和总结是重要的一环。学完一个章节后,应该进行复习小结,复习小结可以是纵向的,也可以是横向的。纵向的总结,就是按书本或讲课的顺序复习总结;横向的总结,就是把性质相近的或是有密切联系的问题,汇集在一起进行分析、归纳、对比,以加深理解,便于记忆。

(4) 重视实验。化学是一门以实验为基础的科学,通过实验,能够进一步理解和掌握课程内容,培养学生的动手能力及严谨求实的科学作风。



知识链接

生活中的化学

做饼干、蛋糕和面包等食品时,常用一种发酵粉。这种发酵粉实际上是化学疏松剂,它包含两种物质——碳酸氢钠和磷酸二氢钠,把它们放到湿面里,就发生化学变化,冒出二氧化碳气体,产生许多小洞洞,使食品膨松可口。

用来除去皱纹的面霜中含有“阿尔法氢氧酸”和“贝塔氢氧酸”等化合物,它们可以从水果和牛奶中提取,可以溶解人体的皮肤死细胞上附着的脂肪,这种脂肪被消灭,新的皮肤产生,皱纹就减少了。

魏剑平

第二章

卤素



学习目标

掌握:卤素的化学性质及其化合物在医药上的用途。

熟悉:卤素单质的物理性质、化学性质的递变规律。

了解:常见的金属卤化物的性质。

卤素包括氟、氯、溴、碘、砷五种元素,位于周期表中第ⅦA族。它们的原子结构相似,最外电子层都有7个电子,因此它们的化学性质也十分相似。卤素是成盐元素的意思,因为这些元素都易与金属单质直接化合生成典型的盐。卤素通常以化合物的形式广泛存在于自然界中,如氯元素以 NaCl 、 KCl 、 MgCl_2 等氯化物形态存在于海水、井盐和岩盐中;溴化物常与氯化物共存,但数量较少;碘主要存在于海水中,海带、海藻中都含有较丰富的碘。

卤素中的砷是人工合成的放射性元素,它以微量短暂地存在于镭、铀、钍等天然放射系的蜕变产物中。本章重点介绍氯和氯化物,并在认识氯的基础上,学习氟、溴、碘和它们的化合物。

第一节 氯 气

一、氯气的性质

氯气是由两个氯原子构成的双原子分子(Cl_2)。它有很高的化学活泼性,在自然界中不能以单质的形式存在,均以化合态形式存在。在地壳中氯的含量为0.031%,工业上用电解饱和食盐水来制得氯气,实验室中可用二氧化锰(MnO_2)或高锰酸钾(KMnO_4)等强氧化剂在酸性介质中将 Cl^- 氧化成 Cl_2 。

(一) 氯气的物理性质

氯气在通常情况下呈黄绿色,1个标准大气压下,冷却到 -34.6°C 时,变成黄绿色油状液体,继续冷却到 -101°C ,变成固态氯。

氯气有毒,并有强烈的刺激性,吸入少量氯气会使鼻和咽喉的黏膜发炎,引起胸部疼痛和咳嗽,吸入大量的氯气会中毒致死。

氯气的密度约为空气的2.5倍。氯气能溶于水,在常温下,1体积的水约能溶解2体积

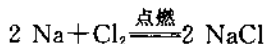
的氯气。氯气的水溶液称为氯水,氯水仍具有氯气的刺激性气味。

(二) 氯气的化学性质

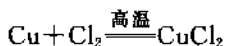
氯原子的最外电子层上有7个电子,在发生化学反应时容易得到1个电子,使最外电子层达到8个电子的稳定结构(8偶稳定态)。所以,氯气是一种化学性质很活泼的非金属单质,具有很强的氧化性,几乎能跟所有的金属、大多数非金属以及氢气等直接化合,并能跟水和许多化合物发生化学反应。

1. 氯气跟金属的反应

氯气易跟金属直接化合。如金属钠能在氯气中剧烈燃烧,生成白色的氯化钠晶体:



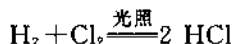
又如:在高温时,氯气还能跟铜等不活泼的金属起反应。把一束细铜丝灼热后,立刻放进盛有氯气的集气瓶里,就可以看到红热的铜丝在氯气里燃烧起来,瓶里充满棕色的烟雾,生成了氯化铜晶体颗粒。



同样,将铈粉、灼热的铁屑等放进氯气中,也能反应生成相应的氯化物。

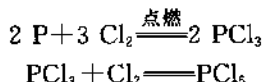
2. 氯气跟非金属的反应

许多非金属可以直接和氯气化合。如:在强光照射下,氯气与氢气混合,会迅速化合成氯化氢,并发生猛烈的爆炸。



如果无光照这一条件,在常温下上述反应进行得很慢。纯净的氢气能在氯气里燃烧,同样生成氯化氢气体。

又如:把少量的红磷放在燃烧匙里,点燃后插入盛有氯气的集气瓶里,磷就燃烧发光,生成三氯化磷和五氯化磷。



三氯化磷是重要的化工原料,可用来制造许多磷的化合物,如敌百虫等多种农药。

氯气跟硫化合比较困难,跟氧、氮、碳不能直接化合。

3. 氯气跟水的反应

氯气溶于水中形成氯水,在氯气溶于水的同时,部分氯气可与水发生反应,生成盐酸和次氯酸(HClO):



光照分解: $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$

受热分解: $3\text{HClO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{HCl} + \text{HClO}_3$

次氯酸是极弱的酸,不稳定,容易分解。在光照或加热条件下,次氯酸的分解速率加快。次氯酸是一种很强的氧化剂,能杀死水中的细菌,所以常用氯气来消毒饮用水。次氯酸还能使染料氧化成无色的化合物,使其褪色,所以氯气可以用作布匹和纸浆等的漂白剂。用下列实验可以说明这一性质。

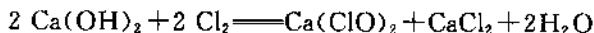
【演示实验 2-1】 取干燥的和湿润的白色布条各一块,分别放在两个盛着氯气的集气瓶里,用玻璃片盖好,不久便可以看到,湿润的布条褪了色,而干燥的布条却没有褪色。由



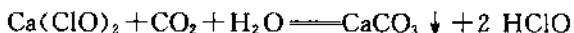
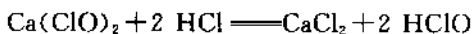
此可见,起漂白作用的是次氯酸而不是氯气本身(因为氯气遇到湿润的布条时与其水反应生成次氯酸)。所以说氯气的漂白作用实际上是次氯酸的氧化作用。

4. 氯气跟碱的反应

氯气跟碱溶液作用,能生成次氯酸的盐类。如氯气与澄清的石灰水反应:



工业上就是用氯气和消石灰作用来制取漂白粉。漂白粉的主要成分是 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 和 CaCl_2 , 其有效成分是 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 。漂白粉用于漂白时,使漂白粉的水溶液跟稀酸或空气中的二氧化碳和水蒸气起反应,就能生成大量的次氯酸。



所以,漂白粉的漂白原理与氯气的漂白原理是一样的,实质是产生了具有漂白性的次氯酸。漂白粉是带有与氯气相似刺激性气味的白色粉末,具有极强的氧化能力,受光、受热容易分解。放入水中后也能分解产生少量的次氯酸,次氯酸再分解便放出氧气。漂白粉比较稳定,容易保存。

二、氯气的用途

氯气除用于消毒、制造盐酸和漂白粉外,还可以用来制造塑料(如聚氯乙烯塑料薄膜等),氯仿、四氯化碳等有机溶剂及农药等。氯气是一种重要的化工原料。



知识链接

氯气的来源

氯气的发现者是瑞典化学家舍勒(C. W. Scheele, 1742—1786)。舍勒是在 1774 年发现氯气的。当时他正在研究软锰矿(主要成分是 MnO_2), 当他将软锰矿与浓盐酸混合并加热时,产生了一种黄绿色的气体,这种气体的强烈的刺激性气味使舍勒感到极为难受,他确信自己制得了一种新的气体。舍勒制备出氯气以后,把它溶解在水里,发现这种气体的水溶液对纸张、蔬菜和花都具有永久性的漂白作用;他还发现氯气能与金属或金属氧化物发生化学反应。从 1774 年舍勒发现氯气到 1810 年,许多科学家先后对这种气体的性质进行了研究。这期间,氯气一直被当作一种化合物。直到 1810 年,戴维经过大量实验研究,才确认这种气体是由一种元素组成的物质。他将这种元素命名为 Chlorine, 这个名称来自希腊文,有“绿色的”意思。我国早年的译文将其译作“绿气”,后改为“氯气”。

第二节 卤素单质的性质

一、卤素单质的物理性质

在卤素分子内原子间是以共价键相结合的,而在分子间仅存在着微弱的分子间作用

力,随着相对分子质量的增大,卤素单质的密度、熔点、沸点和汽化热等物理性质按 F、Cl、Br、I 的顺序依次增大。卤素单质的物理性质如表 2-1 所示。

表 2-1 卤素单质的一些物理性质

性 质	氟	氯	溴	碘
常况下聚积状态	气	气	液	固
常况下颜色	淡黄绿色	黄绿色	红棕色	紫黑色
熔点/K	53.38	172.02	265.8	386.5
沸点/K	84.86	238.40	331.78	457.35
密度(常温)	1.69 g/L	3.214 g/L	3.119 g/cm ³	4.93 g/cm ³
溶解度 (常温下、100 g 水中)	反应	310 cm ³	4.17 g	0.029 g

从上表可以看出,卤素单质在物理性质方面虽有较大差异,但存在规律性变化。常温下,氟、氯是气体,溴是液体,碘为固体。它们的颜色随着原子序数的递增依次由淡黄绿、黄绿、红棕、紫黑色,逐渐变深。常压下其熔点也依次逐渐升高。它们虽都能溶于水(氟与水反应),但溶解度不大,且依次减小,与其相比在有机溶剂中的溶解度要大得多,如溴和碘易溶于汽油、酒精、氯仿、四氯化碳等有机溶剂。医药上消毒用的碘酊,就是碘的酒精溶液。

除了这些递变规律外,卤素单质还存在一些特殊的物理性质。液体溴容易挥发成溴蒸气,保存时应该密封。固态的碘具有较高的蒸气压,它在加热时不经过熔化直接变成碘蒸气,碘遇冷又重新凝聚成固体。这种固体物质不经过转变成液态而直接变成气态的现象称为升华。利用碘的这一特性,可以对碘进行精制。另外,所有卤素单质均具有刺激性气味和毒性。吸入它们的气体,会强烈刺激眼、鼻、气管等黏膜而引起炎症,吸入较多的蒸气时会发生严重中毒,甚至造成死亡。因此,使用时要特别小心。

二、卤素单质的化学性质

氟、溴、碘原子的最外层电子与氯原子相似,都是 7 个电子(见表 2-2),都倾向于获得一个电子而成为稳定的负一价离子,因此它们的化学性质跟氯有很大的相似性。它们都是活泼的非金属元素,而且其活泼性从氟到碘逐渐减弱,反应的激烈程度很不相同。这主要由于它们的核外电子层数及原子半径大小不同,导致得电子能力不同,化学活泼性(非金属性)也不同,并按 F₂、Cl₂、Br₂、I₂ 的顺序呈现出规律性。卤素单质的化学性质可以概括为以下几方面。

表 2-2 卤素的原子结构

元素名称	元素符号	核电荷数	电子层结构	单质	原子半径 /(10 ⁻¹⁰ m)	X ⁻ 半径 /(10 ⁻¹⁰ m)	X ₂ 分子内作用 (离解能)/(kJ/mol)
氟	F	9	2 7	F ₂	0.71	1.38	154.8
氯	Cl	17	2 8 7	Cl ₂	0.99	1.81	246.7
溴	Br	35	2 8 18 7	Br ₂	1.14	1.96	193.2
碘	I	53	2 8 18 18 7	I ₂	1.33	2.20	150.9



(一) 与金属的作用

氟、溴、碘都像氯一样能跟一些金属发生激烈程度不同的反应。氟能强烈地与所有金属作用；氯也能与各种金属作用，有些反应要加热，反应也较剧烈；溴和碘在常温或不太高的温度下，能与较活泼的金属反应，一般可以与氧化合的金属（除了贵金属），也同样能与溴和碘反应，只是要在较高的温度条件下。

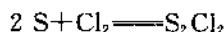
金属卤化物的稳定性，随氟化物、氯化物、溴化物、碘化物的顺序依次递减。氟化物最稳定，而碘化物最不稳定。

(二) 与非金属作用

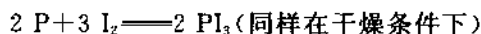
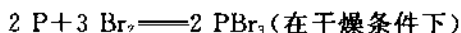
在低温下，氟仍能与硫、磷、砷、硼、碳、硅等非金属元素化合。而且氟与非金属作用常常是剧烈的。

氯也能与大多数非金属元素直接化合，但反应的程度不如氟剧烈。

例如氯与硫的反应：



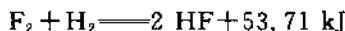
溴和碘也有类似作用，但反应的剧烈程度又较氯要差，例如：



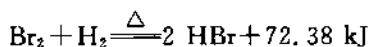
(三) 卤素与氢气作用

和氯气一样，氟、溴、碘都能跟氢气直接化合，生成卤化氢。但反应时的剧烈程度则明显地按照氟、氯、溴、碘的顺序依次减弱。

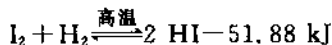
氟的性质比氯更活泼，氟气跟氢气的反应不需光照，在暗处就能剧烈化合，放出大量的热，并发生爆炸。



溴的性质不如氯活泼，溴跟氢气的反应在达到 500°C 时，才较明显地进行。

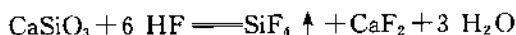
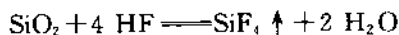


碘的性质比溴更不活泼。碘跟氢气的反应必须在不断加强热的条件下，才能缓慢进行，而且生成的碘化氢很不稳定，同时发生分解。



上述反应生成的卤化氢，其热稳定性也不同，按 HF 、 HCl 、 HBr 、 HI 的顺序急剧下降。和氯化氢一样， HF 、 HBr 、 HI 都是无色气体，有刺激性气味，其中氟化氢毒性最大，并有强烈的腐蚀性。它们在潮湿的空气中都发烟，说明都易溶于水，溶解于水中便成为酸，分别称为氢氟酸、氢溴酸和氢碘酸。它们和盐酸一样，都具有酸的通性。

氢氟酸还能溶解二氧化硅和硅酸盐，发生如下反应：



二氧化硅是玻璃的组成部分，故氢氟酸能腐蚀玻璃。所以保存氢氟酸不能用玻璃容器。而且利用这一性质，可以用氢氟酸在玻璃上刻花纹和在玻璃容器上刻标度。