

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

化 学

(农 林 版)

主 编 上官少平
责任主审 王致勇
审 稿 钟爱珍



高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部 2000 年颁布的《中等职业学校化学教学大纲(试行)》编写的。

本书由 5 个单元和实验与技能训练(含 15 个实验和 6 个技能训练)构成。每个单元包括:教学目标、基础知识、单元小结和问题研究 4 部分。全书从中等职业学校学生的年龄及认知特点出发,设置了“想一想”、“实验与思考”、“阅读资料”等栏目。本书注重教材内容和结构的科学性和规范性,力求体现以人为本、以学生为主体的教育思想,并且密切联系农林生产实际。

为了便于教师教学和学生学学习,与本书配套的《化学教学参考书》和《化学学习指导与练习》也同时出版。

本书适用于中等职业学校农林类各专业,也可作为农民职业培训教材和农村青年的科普读物。

图书在版编目(CIP)数据

化学:农林版 上官少平主编 .—北京:高等教育出版社,2001 .6

中等职业学校农林类各专业教材

ISBN 7 - 04 - 009781 - 8

I .化 ... II .上 ... III .化学 - 专业学校 - 教材
IV .06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 036709 号

化学(农林版)

主编 上官少平

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010 - 64054588

传 真 010 - 64014048

网 址 [http:// www hep .edu .cn](http://www.hep.edu.cn)

[http:// www hep .com .cn](http://www.hep.com.cn)

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷

开 本 787×1092 1 16

版 次 年 月第 版

印 张 14

印 次 年 月第 次印刷

字 数 330 000

定 价 14 .60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

责任编辑	孟 方
封面设计	刘晓翔
责任绘图	朱 静
版式设计	孟 方
责任校对	殷 然
责任印制	

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《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》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1 号)的精神,教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从 2001 年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年五月

前言

本书是中等职业教育化学国家规划教材,是根据教育部 2000 年 8 月颁布的《化学教学大纲(试行)》编写的,适用于 3、4 年制农林类各专业。

本书由 5 个单元和实验与技能训练(15 个实验和 6 个技能训练)构成。每个单元包括:教学目标(指出知识目标与技能目标),基础知识(讲述理论知识与应用),单元小结(明确知识点),问题研究(留给学生的思考)。并且从中等职业学校学生的年龄及认知特点出发,设置了“想一想”(利于知识的巩固和迁移)、“实验与思考”(提高兴趣,发挥想象力)、“阅读材料”(拓展学生视野及进行化学史教育)等栏目。在教材中出现这些栏目,力求体现以人为本、以学生为主体的教育思想。书中的选学内容适用于 4 年制专业。

本书的编写注重教材内容和结构的科学性及规范性,尽量符合教法和学法规律。在编写过程中,认真体现了中等—职业—农林—化学的特点。突出培养能力和激发学习兴趣;注重提高学生提出问题、分析问题和解决问题的能力;突出“服务”意识,使化学课为专业生产服务,为学生终身教育服务;突出环境教育,使化学贴近环境、贴近环保、贴近生态、贴近生活、贴近社会,增强学生的环境保护意识和责任感。通过化学课的学习,使学生感到“化学已在不知不觉间融入我们的生活”。另外,在编写中,我们也尽可能将相关的新知识、新技术、新工艺、新方法纳入教材。

考虑到教师教学和学生学习的需要,我们还同步编写了《化学教学参考书》和《化学学习指导与练习》两本辅助教材。《化学教学参考书》一书内容包括:教学目的要求,教材分析,教学建议,课时分配建议,小资料,解题思路以及有关实验与技能训练说明,为任课教师在教学中抓住重点,化解难点提供参考。《化学学习指导与练习》一书内容包括:学习指导,基础训练,单元测试,参考答案等,为学生主动学习提供帮助。

本书的编者,均是各职业学校教学一线的教师和从事职业教育教学研究的教研员,有丰富的教学和教研经验,对化学在中等职业教育特别是农林专业教学中的地位和作用有较深的认识。在本书的编写提纲审定会上,编写人员和高等教育出版社特聘的两位审稿人针对教学大纲的要求,

结合教学实际,对教材体系的编排,教材内容的选择,教材的深浅度,教材栏目的设置均进行了充分讨论并达成共识。

本书由上官少平任主编并统稿,张晓献任副主编。编写分工是:上官少平(黑龙江农业职业技术学院)负责绪论、第五单元的部分;甄华(四川省林业学校)负责第一单元的部分;孙翊翔(辽宁省教育学院)负责第一单元的部分;黄河(湖南省安江农校)负责第二单元;马寿欣(山东省畜牧兽医学校)负责第三单元;张晓献(河南省职教教研室)、郭峰(河南省农业学校)负责第四单元;吴发远(黑龙江农业职业技术学院)负责第五单元的部分及参与统稿工作。

在本书送交全国中等职业教育教材审定委员会审定前,中国农业大学基础学院张曙生副教授、江苏省苏州农业学校夏红高级讲师审阅了全部书稿,并提出了宝贵的建议和意见。本书在编写过程中,还得到了中国农业大学基础学院、江苏省苏州农业学校、河南省职教教研室、辽宁省教育学院、四川省林业学校、湖南省安江农业学校、山东省畜牧兽医学校和黑龙江农业职业技术学院等单位的大力支持和热情帮助。在此,谨向上述审稿人员和各单位表示衷心的感谢。

受编者水平所限,书中缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2001年1月

目 录

绪论	1
单元 I 化学基本概念及理论	4
教学目标	4
基础知识	4
第一节 原子结构 化学键	4
第二节 物质的量	20
第三节 水 稀溶液的性质[选学]	30
第四节 电解质溶液	35
第五节 缓冲溶液 胶体溶液	45
第六节 氧化还原反应	50
单元小结	55
问题研究	57
单元 II 元素知识	59
教学目标	59
基础知识	59
第一节 常见非金属元素及其化合物	59
第二节 常见金属元素及其化合物	77
单元小结	88
问题研究	89
单元 III 滴定分析	91
教学目标	91
基础知识	91
第一节 滴定分析概述	91
第二节 酸碱滴定法	95
第三节 氧化还原滴定法	97
单元小结	98
问题研究	99
单元 IV 有机化合物(上)	100
教学目标	100
基础知识	100
第一节 有机化合物概述	100
第二节 烃	104

第三节 烃的衍生物·····	119
第四节 合成高分子化合物[选学]·····	137
单元小结·····	144
问题研究·····	145
单元 V 有机化合物(下) ·····	146
教学目标·····	146
基础知识·····	146
第一节 糖·····	146
第二节 油脂·····	152
第三节 蛋白质·····	157
第四节 核酸·····	164
第五节 营养与膳食[选学]·····	169
单元小结·····	174
问题研究·····	175
实验与技能训练 ·····	177
化学实验须知·····	177
实验·····	178
实验一 元素性质的递变规律·····	178
实验二 配制一定物质的量浓度的溶液·····	179
实验三 电解质溶液的性质·····	181
实验四 卤素及其化合物的性质·····	182
实验五 硫的化合物的性质·····	183
实验六 氮的化合物的性质·····	185
实验七 金属元素及其化合物的性质·····	187
实验八 分析天平的结构和使用·····	189
实验九 滴定仪器的洗涤与使用·····	193
实验十 标准溶液的配制与标定·····	197
实验十一 亚铁盐中铁的测定·····	199
实验十二 铵盐中氮的测定(甲醛法)[选做]·····	200
实验十三 烃的制法和性质·····	201
实验十四 烃的衍生物的性质·····	203
实验十五 糖和蛋白质的性质·····	204
技能训练·····	205
一、化学实验基本操作技术·····	205
二、溶液的配制技术·····	206
三、常见阴离子的定性检验技术·····	206
四、常见阳离子的定性检验技术·····	207
五、分析天平的使用方法·····	207
六、滴定分析技术·····	208

附录 209

1 常见酸、碱和盐的溶解性表(20℃)…………… 209

2 常见酸、碱水溶液的密度和物质的量浓度表(20℃)…………… 210

主要参考文献 212**元素周期表**

绪 论

人类生存的这个世界,是一个色彩斑斓,变化万千的化学世界。在这个世界中,唯有被称为智慧生物的人类才能在其漫长的发展过程中,在与自然的抗争中,不断地探索、总结和创新,不断地认识自然、了解自然、利用自然和改造自然。在这一过程中,人类对自然的认识 and 了解不断由感性到理性,由宏观到微观。

化学是人类从微观上认识、了解、利用和改造自然的一门自然科学。它是在分子、原子和离子水平上研究物质的组成、结构、性质、变化及其应用的一门自然科学。换言之,化学是研究物质在微观粒子层面上变化的科学。

一、化学与人类社会的进步及发展息息相关

我们不必重复追忆化学发展史,也不用总是沉醉于我国古代“四大发明”对人类的巨大贡献。让我们以平常的心态,来看一看天天都伴随我们生活的化学世界吧!

人类生存的“四大要素”——衣、食、住、行,离不开化学。

当人类告别利用树叶、兽皮遮体的远古时代,穿着由天然丝绸、棉麻和人工合成的各种化学面料做成的色彩艳丽的服饰,一步步走入新世纪时,人们会惊奇地发现从印染、缫丝到人工合成化学纤维,都与化学息息相关。化学为人类提供了一把文明而体面地进入新世纪的金钥匙。

民以食为天。世界 60 多亿人口,我国占有 12 亿多,每人每年平均要消耗粮食 400 kg 及大量蔬菜和副食品。为了装满米袋子,丰富菜篮子,世界每年要生产大量的化肥和农药。尽管如此,传统农业生产方式仍不能满足人类的需要。“工厂化农业”、“无土栽培”、“组织培养”等新技术正在不断地应用于生产,这些都为化学提供了发展空间。随着人们生活水平的提高,人们不再满足于吃得饱,而且需要吃得好,吃出营养,吃出文化,这就要求加工制作色、香、味、形俱佳的食品,而这些又离不开食品添加剂。食品添加剂大多是用化学方法合成或用化学分离方法从天然产物中提取出来的。

无论是水泥、石灰、钢材、油漆涂料、无色玻璃等传统建筑材料,还是塑料、彩色玻璃及各种室内新型装饰材料,其生产原理和过程都离不开化学。

用以代步的各种交通工具,无论从材料到燃料都需要化学工业提供。今后,特种塑料、特种合金、特种陶瓷及清洁燃料将广泛替代传统材料。

此外,人们日常用的药品、洗涤剂、美容化妆品等也都是化学品。

国际上最关心的四大问题——环境保护、能源开发和利用、功能材料的研制和生命过程奥秘的探索,也都与化学有关。

人类在同自然的抗争中,逐渐意识到环境保护的重要性。那种无序、无节制、无防护的传统生产方式所产生的三废(废气、废水、废渣),给环境带来了严重的负面影响。气候变暖、臭氧层破坏、酸雨等,已明显危及到人类的生存和发展。治理三废,保护环境的历史重任责无旁贷地落到

了化学工作者身上。

随着社会的发展,人类对能源的消耗也越来越多。传统的不可再生的矿物燃料(煤、石油、天然气)总有一天将枯竭。有人推算,地球上煤炭储量还能使用几百年,而石油储量仅够使用几十年。因此,开发新型的环保清洁能源(太阳能、风能、水能、地热能、氢能、核能、生物能等)迫在眉睫。化学工作者理应担起此任。否则等到传统矿物燃料消耗殆尽时,人类将如何生存?

人类社会的每一次快速发展,总是与材料科学的进步相伴而行。材料科学是在化学、物理学、生物学基础上发展起来的边缘科学。它主要是研究和开发适应社会发展需要的、具有各种性能的新材料。例如,集成电路需要的硅芯片为超高纯半导体材料。一台 64 KB 内存的计算机,则要求集成电路在 7 mm^2 大小的芯片上连接 10^5 个晶体管。晶体管之间用线宽为 $3\text{ }\mu\text{m}$ 的布线互相连接起来。若没有超高纯半导体材料,大规模集成电路及相应的计算机技术难以实现。目前,传统材料有几十万种,而新合成的材料每年大约以 5% 的速度递增。现今,风靡世界的纳米材料,将给人类社会带来又一次的技术革命。纳米材料所具有的奇特的光、电、磁、热、力、化学和生物学等方面的功能与传统的宏观材料迥然不同。最近,我国科学家所研制的 0.4 nm 碳纳米管、 0.6 nm 信息贮存材料和纳米生物陶瓷,已走在世界纳米技术的前沿。可以毫不夸张地说:“化学是材料科学发展的源泉”。

生命是物质运动的最高形式。人类在认识自然的同时,也在不断探索和揭示生命的化学本质。从 1828 年武勒在实验室成功合成有机物尿素,到 1965 年我国科学家首次人工合成胰岛素,以及 1982 年再度人工合成酵母丙氨酸 tRNA(一种核糖核酸);从沃森与克瑞克提出著名的 DNA 双螺旋结构,揭示生物遗传信息传递规律,到克隆羊“多莉”的降生;从固氮机理的研究,到人工模拟生物固氮试验……人类总是在不断地揭示生命的化学本质,并将成果逐步应用于实践。

二、化学是物质和技术领域解决环境污染的主力军

环境是指大气圈、岩石圈、水圈、生物圈等人类生存空间的总和。由于人类的活动(特别是生产活动),对环境造成了严重污染。例如空气质量下降、自然水体水质恶化、温室效应加剧、臭氧层空洞扩大、植被遭破坏、生物链条阻断、物种每年以惊人的速度从地球上消失、光化学烟雾、酸雨、赤潮、冰川融化……自然与人为的灾害频频发生。人类对大自然的每一次“征服”,都受到了大自然无情的“报复”。现在已经到了人类来纠正自己所犯错误的时候了!在物质和技术领域解决环境污染,化学学科理应发挥主力军作用。

改变燃料结构,对污水进行处理并使之达标排放或循环利用,减少温室气体排放,停止氯氟烃生产并寻找新的替代品,这些都是减小或避免环境污染的有效措施。人类只有一个地球,保护环境是地球村人的共同责任。联合国制定的《环境保护公约》,我国也是倡导国和缔约国之一。国际社会将每年的 6 月 5 日定为世界环境日,以唤醒人类对环境的重视。“九五”期间,我国在环境治理方面取得了可喜的成果,五年来污染物的排放减少了 15%。在 21 世纪,我国将进一步加大对环境污染的监测和治理力度,从源头上堵住污染的发生,还子孙后代碧水、蓝天、绿地。

三、化学与农业、林业的关系密切

化学与农业、林业各学科关系十分密切。肥料学、土壤学、植物学、遗传学、栽培学、植物保护学、森林保护学、家畜病理学等都要借助于化学基本原理和方法来研究和论述。当人们告别传统

的农业生产和林业生产,转向绿色、生态、环保型生产后,化学仍大有作为。例如,高效、低毒、低残留新型农药的研制;复合肥、生物肥及生化复混肥的开发利用;从天然植物中提取杀虫剂;利用转基因技术培育抗杀草剂作物、抗病虫害作物、耐低温鱼类及具有特种疗效的乳品等。我国在利用磁场人工诱发非豆科植物固氮根瘤的研究上,也已取得突破性进展。它使得非豆科植物也能像豆科植物那样,利用根瘤将大气中的氮固定并还原成植物可以利用的氨态氮形式。这将大大减少因化肥生产而带来的环境污染和能源的消耗。

四、化学教育的普及是社会发展的需要,是提高全民族科学文化素质的需要

化学具有实验和理论并重的传统。元素周期律的发现是将实验事实与理论分析结合的典范。化学教育可以使学生树立理论来源于实践、服务于实践的唯物主义世界观。通过化学这个科学窗口,可以了解自然科学在社会进步和科技发展中的地位 and 作用,加深对科学是第一生产力的理解,进一步增强学生奋发学习的自觉性,提高学生的社会责任感,唤起学生的环保意识。

人类生活在化学世界中,理应要了解化学!

如何学好化学课呢?同学们已经在初中时储备了一些化学的基本知识和某些操作技能。在此基础上,结合农林专业对化学课的知识 and 技能的要求,首先应该在抽象思维和推理上加强训练,善于将个别的、具体的化学性质和化学现象,上升到化学理论,并运用化学基本原理指导化学课的学习,真正提高分析问题和解决问题的能力,提高自身的科学素质。其次,学习化学一定要联系实际,结合农林专业需要以及环境、环保、生态、社会各方面对化学的要求,主动思考,勤于观察,刻苦训练,从中发现问题、提出问题和解决问题,使化学成为我们手中的工具。为此,我们还应多阅读一些资料,多留意一些报道,以丰富我们的头脑,使自己真正成为德、智、体、美全面发展,具有综合职业能力,在生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者、创业者及中初级专门人才。

单元 I 化学基本概念及理论

教学目标

1. 了解原子构成、同位素、周期律、周期表;了解化学键的概念;了解强电解质和弱电解质。
2. 掌握物质的量及其单位——摩尔,物质的量的有关计算;掌握离子方程式和氧化还原反应方程式的书写和配平。
3. 理解元素性质变化规律、离子键和共价键的判断;理解摩尔质量、气体摩尔体积、物质的量浓度;理解电离平衡、溶液的 pH、盐的水解、缓冲溶液;理解氧化还原反应。
4. 学会化学基本操作技术——药品的取用、称量,玻璃仪器的连结、振荡、搅拌、加热、洗涤等。学会 pH 测定技术。
5. 初步学会溶液的配制技术——计算、称量(或量取)、溶解、转移和定容。

基础知识

第一节 原子结构 化学键

人类要改造世界,必须认识世界。世界是由物质构成的。在科学上,从物质的宏观组成分析,物质是由化学元素组成的。例如,水是由氢元素、氧元素组成;二氧化碳是由碳元素和氧元素组成;人体自身也是由碳元素、氢元素、氧元素等许多元素组成的。从物质的微观结构上已经知道,物质是由非常小的微粒构成的。通过初中化学的学习,我们知道,构成物质的微粒通常有三种,它们是分子、原子和离子。例如:水是由水分子构成的;稀有气体氦、氖、氩,是由原子构成的;氯化钠是由带正电荷的阳离子(Na^+)和带负电荷的阴离子(Cl^-)构成的。不同的物质是由这三种微粒的哪一种微粒构成的呢?那就必须通过科学测定才能得出正确结论。

综上所述,物质的宏观组成和物质的微观构成的关系如图 I - 1 所示。

一、原子构成 同位素

原子可以构成分子,可以形成离子,也能直接构成物质。那么,原子还能再分割吗?回答是肯定的。物质是可以无限分割的,这也是辩证唯物主义的观点。

图 I - 1 物质的宏观组成和物质的微观构成的关系

1. 原子的构成

原子理论最早是由古希腊哲学家留基伯和他的学生德捷克利特(公元前 460—357 年)提出来的。“原子”一词的原意是指“不可分割的粒子”。现代科学证明,原子是由比它更小的微粒构成的。

(1) 原子由原子核和核外电子构成。原子的直径约为 10^{-10} m, 呈电中性。原子由居于原子中心且带正电荷的原子核和绕核作高速运动且带负电荷的电子构成。由于原子核所带的电量跟核外电子所带的电量相等, 电性相反, 因此, 原子作为一个整体呈电中性。

原子很小, 原子核更小, 其直径为 $10^{-15} \sim 10^{-14}$ m。在原子内部的空间里, 电子绕核的运动速度接近光速。

(2) 原子核由带一个单位正电荷的质子和不带电的中子构成(个别原子核没有中子)。因此, 原子核带的核电荷数是由质子数决定的。即:

$$\text{核电荷数} = \text{核内质子数} = \text{核外电子数}$$

科学试验测定, 质子的质量 $m_p = 1.6726 \times 10^{-27}$ kg, 中子的质量 $m_n = 1.6749 \times 10^{-27}$ kg, 电子的质量 $m_e = 9.1094 \times 10^{-31}$ kg。质子、中子的质量分别为电子的 1836 倍和 1839 倍。由此可见, 原子的质量几乎全部集中在原子核上。

质子、中子的质量很小, 计算不方便, 因此, 通常用它们的相对质量计量。我们把一个 ^{12}C 原子质量的 $1/12$, 定义为原子质量常量 $m_u = 1.6605 \times 10^{-27}$ kg = 1 u (u 为原子质量单位)。由此推算出, 相对电子质量 = $m_e/m_u = 0.00055$, 相对质子质量(m_p/m_u)和相对中子质量(m_n/m_u)分别为 1.00728 和 1.00866。通常, 相对电子质量可忽略不计。如果将相对质子质量和相对中子质量取近似值为 1, 那么, 相对原子质量的整数部分就等于原子核中所有质子和中子的相对质子质量(取整数)之和。

我们把具有确定质子数和中子数的一类原子或原子核叫做核素, 把原子核中的质子数目(Z)、中子数目(N)之和称为质量数, 用 A 表示, 即:

$$A = Z + N$$

那么,质量数就有两个意义:第一,如果已知原子的质量数和质子数,则可以计算出原子核中的中子数。第二,可以把质量数当作该原子的相对原子质量的近似值,相对原子质量决定于核素的组成。

例如:已知硫原子的核电荷数为 16,质量数为 32,则硫原子的中子数

$$\begin{aligned} N &= A - Z \\ &= 32 - 16 = 16 \end{aligned}$$

所以,硫原子的相对原子质量 A_r 近似值为 32。

如果以 ${}_Z^AX$ 代表质量数为 A ,质子数为 Z 的原子,那么构成原子的粒子之间的关系可表示如下:

原子核 质子(数目) Z
原子(${}_Z^AX$) (质量数) A 中子(数目) $N = A - Z$
核外电子(数目) Z



元素、原子、分子、离子的区别与联系。

2. 同位素

科学研究表明,同种元素的原子(或原子核)中,质子数虽然相同,但质量数或中子数不一定相同。例如,氢元素就有 3 种不同的原子,详见表 I - 1。

表 I - 1 氢元素的三种不同原子

名 称	符 号	俗 称	质子数	质量数	中子数
氕(音 Pie)	${}_1^1\text{H}$ 或 H	氢	1	1	0
氘(音 Dǎo)	${}_1^2\text{H}$ 或 D	重氢	1	2	1
氚(音 Chuān)	${}_1^3\text{H}$ 或 T	超重氢	1	3	2

我们把具有相同质子数和不同中子数(或质量数)的核素称为同位素。上述 ${}_1^1\text{H}$, ${}_1^2\text{H}$, ${}_1^3\text{H}$ 是氢元素的 3 种同位素。科学研究表明,碳的同位素有 ${}_6^{12}\text{C}$, ${}_6^{13}\text{C}$, ${}_6^{14}\text{C}$; 氧的同位素有 ${}_8^{16}\text{O}$, ${}_8^{17}\text{O}$, ${}_8^{18}\text{O}$; 而铀的同位素有 ${}_{92}^{234}\text{U}$, ${}_{92}^{235}\text{U}$, ${}_{92}^{238}\text{U}$ 等多种。尽管现在只发现了 112 种元素,但是许多元素有多种同位素原子的现象存在,各种同位素原子的总数已达 2 000 余种。同一元素的各种同位素,虽然质量不同,但它们的化学性质几乎完全相同。

在自然界中,各种天然元素的同位素所占的原子质量分数一般是不变的。例如,科学实验测定出氯有两种同位素原子, ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ 占 75.77%, ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ 占 24.23%; 它们的相对原子质量分别为 34.969 和 36.966, 它们的相对平均原子质量:

$$34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.32\% = 35.453$$

即氯元素的相对原子质量为 35.453。

同位素原子的种类很多,其中有 300 多种是稳定的,还有 1 600 多种同位素的原子核不稳定。这种不稳定的同位素还能自发地放出肉眼看不见的高能射线。这种射线的穿透力很强,可以使照相底片感光,也可以通过仪器来测知它的存在和行迹。这样的同位素叫做放射性同位素。



^{35}Cl 和 ^{37}Cl 有何关系?

同位素的应用



许多同位素广泛应用于能源、工业、农业、林业、医学、环境保护和考古学等领域。

例如: ^2_1H 和 ^3_1H 是制造氢弹的材料, $^{235}_{92}\text{U}$ 是制造原子弹以及核反应堆(核电站)的材料。每克 $^{235}_{92}\text{U}$ 裂变时可释放出 8.2×10^7 kJ 能量。 $^{60}_{27}\text{Co}$ (钴-60)产生的高能射线能杀死癌细胞,把它制成放射性治疗仪用于治疗癌症;利用高能射线穿透力强的特性制造的放射性检测仪,既能探测某些材料的伤痕,又丝毫不损坏被探测材料。利用这一特性,把它制作成安全检测仪,能在不开箱的情况下进行安全检查,给安全、保卫工作带来了极大的方便。

放射性同位素产生的射线穿透力强,易被检测,利用对其放射性的观察,便可知道这种元素的变化情况。用于这方面的放射性同位素叫做“示踪原子”(图 I - 2)。放射性跟踪技术在农林科研上应用广泛。例如,磷是植物必需的营养元素之一。有的植物的根部对磷的吸收能力随生长期的延长而减弱了。这些植物能从叶面上吸收磷肥吗?研究人员把用放射性磷制成的磷肥,喷洒在棉株叶片上,很快在棉株中就发现了放射性。这证明了叶片也能吸收磷肥,磷肥通过叶片很快地被输送到花蕾中,有效地防止了子房脱落,使棉花产量增加。这种施肥方法叫根外追肥或叶面施肥。

在农业生产上,通过遗传变异,选出新的优良品种,使它们具有抗病、早熟、高产的优良品质。此外,用小剂量的射线照射种子或用有放射性物质的溶液拌种,可刺激胚芽的生长发育,使种子发芽又快又好。用强辐射照射马铃薯、大蒜等,可抑制种子、块根、块茎的生长发育,达到延长贮藏期的作用。

但必须认识到,放射性同位素产生的高能射线对动物、植物也能造成严重的危害。如果对放射性同位素管理使用不当会造成放射性污染。因此,必须对其科学地、合理地加以利用。



图 I - 2 放射性磷在番茄叶片中分布的放射显迹

二、原子核外电子的排布

通过前面的学习,我们知道,原子是由原子核和电子构成的。原子核居于原子的中心,体积很小,电子以接近光的速度在核外的空间里作高速运动。那么,电子是怎样在核外空间运动的呢?原子核外电子的排布,能粗略地描述核外电子分层运动的规律。

1. 原子核外电子排布的一般规律

在含有多个电子的原子中,电子的能量并不相同。能量低的电子,通常在离核近的区域运动。能量高的电子,通常在离核远的区域运动。我们通常用电子层来表示运动着的电子距离原子核的远近。请看表 I - 2。

表 I - 2 电子层与电子距离核的远近和电子能量高低的关系

电 子 层	名 称	第一层	第二层	第三层	第四层	第五层	第六层	第七层
	符号表达	K	L	M	N	O	P	Q
电子距离原子核距离		电子离核距离由近到远 电子的能量由低到高						
电 子 的 能 量 高 低								

核电荷数 1~20 的元素的原子结构示意图和稀有气体元素的原子结构示意图见表 I - 3。

表 I - 3 核电荷数 1~20 元素的原子结构示意图和稀有气体元素的原子结构示意图

${}_1\text{H}$ 							${}_2\text{He}$
${}_3\text{Li}$ 	${}_4\text{Be}$ 	${}_5\text{B}$ 	${}_6\text{C}$ 	${}_7\text{N}$ 	${}_8\text{O}$ 	${}_9\text{F}$ 	${}_{10}\text{Ne}$
${}_{11}\text{Na}$ 	${}_{12}\text{Mg}$ 	${}_{13}\text{Al}$ 	${}_{14}\text{Si}$ 	${}_{15}\text{P}$ 	${}_{16}\text{S}$ 	${}_{17}\text{Cl}$ 	${}_{18}\text{Ar}$
${}_{19}\text{K}$ 	${}_{20}\text{Ca}$ 						
							${}_{36}\text{Kr}$
							${}_{54}\text{Xe}$

核电荷数

电子层 (L 层)

电子数