

· 百科名著之旅 ·

青年百科知识文库

放射化学

分析化学

古清杨 冯丽
等◎编



远方出版社

名著之旅·青年百科知识文库

放射化学 分析化学

古清杨、冯 丽 等/编

远方出版社

责任编辑:李 燕

封面设计:冷 豫

科学普及出版社·青年百科知识文库

放射化学·分析化学

编 著 者	古清杨、冯丽 等
出 版 社	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编	010010
发 行 所	新华书店
印 刷 厂	北京兴达印刷有限公司
版 次	2005 年 1 月第 1 版
印 次	2005 年 1 月第 1 次印刷
开 本	850×1168 1/32
印 张	760
字 数	4790 千
印 数	5000
标准书号	ISBN 7—80723—004—5/1·2
总 定 价	1660.00 元
本册定价	20.80 元

远方版图书,版权所有,侵权必究。

远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。



时光如炬，告别了令人欣喜的 2004 年，我们又满怀激情、昂首挺胸地迈入了 2005 年。

在过去的 2004 年，我国的教育事业得到了长足的进步，教育部也提出了 2005 年教育工作的指导思想——以邓小平理论和三个代表重要思想为指导，深入学习和贯彻党的十六大精神和十六届三中、四中全会精神，牢固树立和全面落实科学的发展观，坚持“巩固、深化、提高、发展”的方针，推进《2003—2007 年教育振兴行动计划》的实施，促进各级教育全面、协调、可持续发展，努力办好让人民满意的教育。

学校教育在未成年人的思想建设中处于主渠道、主阵地、主课堂的作用。各级教育机构担负着培养博识青年的重任，因此，对于教育基地的建设尤为重要。近年来，国家对教育的改革逐步地深入，提出“育人为本，德育

为首”的观念,加强和促进德育工作,全面推进素质教育。素质教育就是要以培养学生的实践能力、创新能力为重点,促进学生德智体全面发展。因此,就要着重于对学生知识结构的优化,充分挖掘他们的潜力,激发他们主动学习的兴趣,由被动地接受为主动地吸收,这才是未来教育工作的主要方向。

正是基于这一点,我们组织了一些专家、学者共同编写了这套丛书——《青年百科知识文库》,希望以尽我们微薄之力,给广大青少年朋友的学习和生活带来必要的帮助。

编写说明

《青年百科知识文库》是一部包含了各个学科,涵盖了人类社会、人类历史、哲学和社会科学、文学艺术、自然科学、工程技术等学科和知识领域,是一部编纂方法全新,内容全新的综合性小百科全书。它是一部创造性的百科全书。在总体设计上独辟蹊径,抛弃了原有的分类模式,采用了国际上最新的知识圈学科分类理论,结合我国国情,框架设计体现了以人为本,以科学为神髓的原则,以理论科学和人类思想为轴心,将人类的一切知识循环排列。全部正文以学科的门类和逻辑关系编排,使读者不但可以查,也可以读,增加了辞书的功能。在微观设计上,采用百科全书大小条目相结合的方式,长不过万言,短在百字以下。释义方式既不完全西方式,也不排斥中国的“训诂”式,以深入浅出、精确通俗为要义。

《青年百科知识文库》的出版,为广大学生提供了一座内容广瀚、使用方便、功能较多、规模适度的知识宝库,它将为广大学生朋友架起通往 21 世纪科学文化的桥梁,成为我们的良师益友。

在本书的编写的过程中,我们得到了广大学者的支持和帮助,在此,向他们表示衷心的感谢,我们也会不断加强和改进我们的工作,为大家奉献出更多更好的图书精品。

——编者



目 录

放射化学

【放射化学】	(1)	【钍】	(30)
【放射性】	(7)	【镤】	(35)
【衰 变】	(10)	【铀】	(37)
【放射性衰变系】	(11)	【铀化合物】	(41)
【活 度】	(12)	【人工放射性元素】	
【放射性防护】	(14)	(46)
【放射性元素】	(18)	【空位元素】	(48)
【天然放射性元素】		【砷】	(48)
.....	(19)	【铊】	(49)
【钋】	(21)	【锶系元素】	(50)
【铀】	(23)	【超铀元素】	(54)
【钍】	(25)	【放射化学分离】	(61)
【镭】	(26)	【核化学】	(67)
【锕】	(29)	【原子核】	(72)
		【核反应】	(73)
		【低能核化学】	(76)



【高能核化学】 (79)

【裂变化学】 (81)

【重离子核化学】 (84)

【热原子化学】 (87)

【基本粒子】 (89)

【放射分析化学】 (91)

【同位素化学】 (96)

【辐射化学】 (100)

【核燃料】 (106)

【反应堆化学】 (112)

【裂变产物化学】 ... (114)

【人工放射性核素的制备和应用】 (118)

【放射性废物】 (122)

分析化学

【分析化学】 (126)

【分析实验设计】 ... (146)

【分析数据的统计处理】 ...
..... (151)

【蒸 馏】 (155)

【升 华】 (157)

【结 晶】 (160)

【试剂品级和提纯】
..... (162)

【分 析】 (164)

【定性分析】 (165)

【系统分析】 (169)

【快速化学分析】 ... (173)

【点滴试验】 (174)

【试 纸】 (178)

【检气管】 (181)

【化学显微术】 (182)

【火试金法】 (185)

【重量分析】 (188)

【沉 淀】 (191)

【化学天平】 (194)

【热分析】 (199)

【物相分析】 (201)

【状态分析】 (201)

【容量分析】 (202)

【电化学分析法】 ... (205)

【色谱法】 (206)

【有机分析】 (207)

【有机化合物的溶度分组】
..... (212)

【有机物质物理常数的测



定]	(217)	【有机官能团定量分析】	(232)
【有机元素定性分析】	(222)	【非水滴定】	(240)
【有机元素定量分析】	(225)	【两相滴定】	(242)



放射化学

【放射化学】

研究放射性物质及与原子核转变过程相关的化学问题的化学分支学科。放射化学与原子核物理对应地关联和交织在一起,成为核科学技术的两个兄弟学科。放射化学主要研究放射性核素的制备、分离、纯化、鉴定和它们在极低浓度时的化学状态、核转变产物的性质和行为以及放射性核素在各学科领域中的

应用等。20世纪60年代以来,放射化学主要围绕核能的开发、生产、应用以及随之而来的环境等问题,开展基础性、开发性和应用性的研究。

发展简史 1896年 W. K. 伦琴发现 X 射线。同年 H. 贝可勒尔研究 X 光管的玻璃发生荧光的原因,用硫酸铀酰钾晶体作荧光粉时,发现用黑纸包裹的感光板不受 X 光管荧光的作用,但受不发光也不放电的铀盐作用而感光,其中以金属铀的感光作用最强。

贝可勒尔称之为铀光,从而发现了放射性现象。

1898年P.居里和M.居里为了寻找放射性的来源,创制了测量放射性的专门仪器,测量各种物质的放射性,发现有些铀矿物及钍矿物的放射性比纯铀或纯钍强,认为在这些矿物中含有量很少、但放射性很强的物质。他们应用化学分析分离原理结合放射性测量的新工作方法,相继发现钋和镭,从而诞生了一门新学科——放射化学。1903年E.卢瑟福和F.索迪确定每种物质的放射性按指数关系而衰变的规律。1910年索迪、K.法扬斯同时发现放射性元素位移规律,提出同位素的概

念。1912年G. C. de 赫维西等用20种化学方法试图从铅中分离镭D(即铅210),未获成功,继而提出以镭D指示铅,成功地研究了铅在多种化学反应中的行为,从而创立了放射性示踪原子法,应用放射化学开始得到发展。

1934年F.约里奥-居里和I.约里奥-居里用钋的 α 粒子轰击铝并利用了化学原理及方法获得放射性磷30,发明了人工放射性。这是人类首次利用外加影响引起原子核的变化而产生放射性,是20世纪最重要的发明之一。同年,L.齐拉特等发现原子核在俘获中子生成放射性新核素时,由于反冲效应导致一系列



化学变化,后来发展为热原子化学。

1938年O.哈恩等在研究铀受中子辐照后的产物时,用化学方法发现和证明了铀核裂变现象。为人类开发利用核能开辟了道路,是放射化学对核科学技术发展的巨大贡献。1940年E. M. 麦克米伦等发现超铀元素镎。G. T. 西博格等发现钚,1944年提出锕系元素理论。1942年E. 费密等建成第一座核反应堆,第一次实现受控链式裂变核反应,标志着人类进入利用核能的时代,核科学技术从此得到迅速发展。

随着核武器、核电站、核舰艇以及其他核动力装置的

研制成功,使核燃料的生产和回收、裂变产物的分离等放射化学工作得到巨大发展,促进了放射性核素性质的深入研究及其在工农业、科学研究及医药卫生等领域中的广泛应用,丰富了放射化学的内容,使它发展成为一门具有独特研究目的和方法的学科。

放射化学在中国的发展始于1934年。M.居里的中国学生郑大章自巴黎镭研究所居里实验室为祖国第一次带回了放射化学,在当时的国立北平研究院建立了中国的镭学研究所。郑大章等人研究镭及铀系放射化学,初步取得了一批成果。1937年由于日本军国主义侵占华北,北平研



究院被迫南迁,颠沛流离,放射化学的研究工作遂告中断。1949年中华人民共和国成立,中国的放射化学获得了巨大的发展。从50年代中期开始,随着核能事业的发展,放射化学作为一门基础学科得到了相应的发展。三十多年来,特别是围绕核燃料的生产和回收、放射性核素的制备和应用、锕系元素化学、核化学、放射性废物的处理及其综合利用、放射分析化学以及辐射化学等领域都取得了丰硕成果。1964年10月原子弹和1967年6月氢弹的试爆成功,反映了中国核科学技术达到的水平。

研究内容 放射化学这

一名称是由卡麦隆在1910年提出的。他指出放射化学的任务是研究放射性元素及其衰变产物的化学性质和属性,这一定义反映了放射化学发展初期的研究对象和内容。随着人工放射性和原子核裂变的发现、反应堆和高能加速器的建立等,对放射化学的发展有深远的影响,使放射化学的内容不断充实和发展。近代放射化学大体可分为以下几个方面:

放射性元素化学 研究天然放射性元素和人工放射性元素的化学性质和核性质,其提取及制备、纯化的化学过程和工艺,重点是核燃料铀、钚、钍,超铀元素及裂片元素。



核化学 研究核性质、核结构、核反应和核衰变的规律,热原子化学,奇特原子化学等,以及这些研究成果的应用。

放射分析化学 研究放射性物质的分离、分析以及核技术在分析化学中的应用。成熟的方法有:中子活化分析、带电粒子活化分析、带电粒子激发荧光分析、同位素稀释分析、穆斯堡尔谱学以及正电子湮没技术等。

应用放射化学 研究放射性核素及其标记化合物和辐射源的制备,及其在工业、农业、科学研究、医学等领域中的应用。重点是用反应堆和加速器生产各种高比活度

或无载体的放射性核素和辐射源。

特点 放射化学工作的对象是放射性物质,可以充分利用探测放射性的现代技术,故具有一般化学所没有的许多特点:

灵敏度极高 可达 10^{-20} 克,即几百个原子以至几个原子的质量。

容易鉴别 每种放射性核素除可以普通化学性质识别外,还可以其独特的发射粒子的性质、能量、半衰期以及衰变的母子关系等进行鉴别。

示踪作用 利用放射性物质与其稳定同位素的化学性质极为相似的特点,可以随时跟踪放射性物质的动向,对



化学过程中的有关环节进行观察、研究。

辐射效应 放射性核衰变中发出各种射线的能量远大于环境物质的化学结合能,致使所研究的体系产生一系列辐射分解—化合、辐射氧化—还原、辐射催化、发热发光及生物化学变化等辐射效应。在强放射性体系中,辐射效应导致的化学物质变化甚为显著。

低浓度行为 多数放射化学操作中,放射性核素的浓度极低,离子间的荷电性质相应突出,容易形成放射性胶体或气溶胶,弥散或附着于环境化学物质上。

放射化学安全技术 操

作超过国家规定允许剂量的放射性物质时,需要采取特殊的放射化学技术。

放射性气体 为防止放射性气体微粒进入人体,产生内照射,应在工作箱中进行放射化学操作。箱内外加适当屏蔽,使射线对人体的外照射在允许剂量以下。

放射性溶液和固体 为减少外照射,应用特制工具。如用机械手以代替手直接接触及放射性容器,用移液管转移溶液,用离心管分离沉淀,使用吸附放射性物质比玻璃少的石英器皿。强放射性物质的溶液或半干燥固体因辐射分解水而发生爆炸性气体,应加注意。



放射性废物 在处理或操作放射性物质过程中产生的具有放射性的废物须按有关规定进行妥善处理,要达到国家允许标准以下才能排放。强放射性废物须到专门场地进行处置。

冷试验 为防止意外事故发生及减少外照射时间,操作放射性物质须事先周密计划,要作好充分准备,并用非放射性物质进行操作演习,直至熟练稳妥,以期在最短时间内安全完成放射化学操作,避免放射性事故。

【放射性】

不稳定核素自发放出粒子或 γ 辐射,或在轨道电子俘

获后放出X辐射,或自发裂变的性质。放射性核素放出辐射后变为其他核素或同一种核素的不同能态,这种变化称为放射性衰变,简称衰变。放射性现象首先是法国物理学家H. 贝可勒尔于1896年发现的。在此之前也有人观察到放射性的一些效应,但未能阐明。

发现简史 1895年德国科学家W. K. 伦琴发现了X射线。当初它是由真空管中高能量的阴极射线撞击玻璃管壁而产生的。X射线管中产生射线时,在玻璃管壁上总是伴随有荧光。X射线能穿过一定厚度的物质,能使感光材料感光;也能使空气电离。