

高等教育教材

简明放射化学教程



(修订第三版)



主编 强亦忠

原子能出版社

高等教育教材

简明放射化学教程

(修订第三版)

主编 强亦忠
编者 强亦忠 朱南康 符荣初
吴瑞森 张友久 王春雷
黄振宇

原子能出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

简明放射化学教程/强亦忠主编;朱南康等编.—3版.北京:原子能出版社,1999.6

高等教育教材

ISBN 7-5022-1995-1

I. 简… II. ①强…②朱… III. 放射化学-高等学校-教材 IV. O615

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 06155 号

内 容 简 介

本书原名《放射化学》,第二版改为《简明放射化学教程》,现经适当调整、修改和补充,继续作为高等医学院校放射医学、放射卫生和核技术专业教材。

本书介绍了放射化学概论,放射性核素的分离方法,核工业、核科技和环境监测中常见的放射性元素的化学和分析方法,辐射引起的化学作用,环境放射化学以及放射性核素及其标记化合物的制备和应用等。

本书亦可供从事放射医学、放射卫生、核辐射防护、核医学、核药学、环境监测、核技术及有关专业的科技人员和非医学院校有关专业的师生参考。

* * * * *

本书经 1996 年 6 月中国高校核科学与工程类专业教材与教学指导委员会会议审议,决定进行第二次修订,出版修订本,继续作为高等教育教材。

原子能出版社出版 发行

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

原子能出版社印刷厂印刷 新华书店经销

开本 787×1092 1/16·印张 11.25 字数 289 千字

1999 年 6 月北京第三版·1999 年 6 月北京第一次印刷

印数:1—800

定价:9.50 元

修订第三版前言

《简明放射化学教程》(第二版)作为高等学校教材于1989年正式出版,距今已近10年了。在这期间,放射化学作为一门学科有了新的发展。特别是放射化学与其他学科交叉、渗透以及在工业、农业、医学等领域中的应用方面又有了长足的进步。此外,在教学过程中,我们也发现原教材存在一些不足,因此决定对其进行修订,出版《简明放射化学教程》修订第三版。

在这一版的编写过程中,我们贯彻“突出‘三基’、保持特色,除旧补新、适当整调,扩大应用、拓展视野,修正错误、精益求精”的指导思想,在原有的基础上,对结构作了适当调整,删除了一些比较陈旧的内容,增加一些新内容,特别是关于放射性核素在各个领域中的应用,由原来一章拓展为两章。调整后,全书由十章压缩为九章。第1章为绪论,但作了一些变化,把原第二版中有关放射性核素在低浓时的行为和状态的重要内容在这里作了扼要介绍。第2章为放射性核素的分离方法,内容上进一步作了压缩和精炼。第3至第5章为核工业、核科技和环境监测中常见的放射性元素的化学和分析方法,结构上作了归并,内容上也作了增删,增加了环境监测中几种重要的活化产物元素的化学。第6章为环境放射化学。第7章为辐射化学。这两章内容上都有所增加。第8章为放射性标记化合物的制备及其应用。第9章为放射性核素的制备及其应用。

由于工作的变动,并尊重本人的意愿,我们对作者也作了适当调整。全书由强亦忠任主编,参加编写的有强亦忠(第1, 6, 8章),朱南康(第2章),符荣初(第3章),张友久(第4章),吴瑞森(第5章)、王春雷(第7章),黄振宇(第9章)。张寿华、沈维明和沈大全对本教材第一、二版的编写付出了辛勤劳动,作出了很大贡献,在此向他们表示感谢。

由于我们水平有限,书中还可能存在缺点和错误,敬请各位不吝指正。

编 者

1998年12月

第二版前言

本书第一版名为《放射化学》，是高等学校放射医学和放射卫生两个专业的专业基础课试用教材，于1983年6月出版。几年来的教学实践表明，本教材基本上能满足教学要求，但也存在一些缺点和不足之处。原核工业部教育司于1985年8月在青岛召开放射化学教材编审委员会会议研究决定，需对本教材进行修订，再版发行。为避免书名重复，经1985年10月上海会议讨论协商，决定将本书第二版改名为《简明放射化学教程》。

在这一版的编写过程中，我们认真总结了这几年来的教学实践，充分吸取了广大师生和读者的意见，注意放射医学和放射卫生专业用书的特色，对原书内容作了较大的改编、增删和更新，并根据教学的需要，增写了环境放射化学和辐射化学两章，力求在保证质量的前提下，做到重点突出，简明易懂，并注意学科的完整性和时代性。

本课程授课约50学时。根据教学需要，改编后全书共分十章。第一章为绪论。第二、三章仍为放射性核素在低浓时的行为、状态和分离方法，但在内容上作了压缩和精炼。第四至第七章仍为核工业和环境监测中常见的放射性核素的化学和分析方法，但在结构上作了调整。第八章为环境放射化学。第九章为辐射化学。第十章介绍了放射性核素的制备和应用，内容较以前作了适当扩充。虽然这一版增写了不少新的内容，但根据学时数总篇幅仍控制在第一版的范围内。

本书由强亦忠、张寿华主编。参加编写的有强亦忠（第一章，第四章第一节，第八、九章），张寿华（第二章第一、三节，第三章第一节，第四章第四、五节，第五章第一、二、四、五节，第七、十章），沈维明（第二章第二节，第三章第二、三、四节），沈大全（第三章第五、六节，第六章），符荣初（第四章第二、三节，第五章第三节）。强亦忠对其他作者的部分书稿进行了充实。

本书经北京大学江林根同志认真审校，并提出了许多建设性的意见。白求恩医科大学王孟才同志对本书稿提出了不少修改意见。此外，在本书编写大纲审定会上。同志们发表了许多很好的意见和建议。在此向他们谨致谢意。

为了提高本书的质量，我们做了一定的努力。但受篇幅和本专业课时的限制，要想充分反映放射化学的主要内容和最新成果，我们深感力不从心。此外，由于水平有限，书中仍难免有缺点、疏漏和错误，敬请读者批评指正。

编 者
1987年5月

第一版前言

本书是根据 1978 年放射医学、放射卫生专业教材会议的有关决定而编写的，可作为高等院校这两个专业的试用教材。

在本书的编写过程中，我们力求本书适合于放射医学、放射卫生专业的教学需要，尽量做到重点突出、简明易懂，同时也适当注意保持本学科的完整性，使学生通过本书的学习，能系统地掌握放射化学的基础理论。

本书共分九章。第一章为绪论。第二、三章介绍了放射性核素在低浓时的行为和状态，以及分离微量放射性核素的常用方法。第四至第八章介绍了在核工业和环境监测中常见的放射性核素的化学和分析方法。第九章简述了放射性核素的制备和应用。

本书由张寿华、强亦忠主编。参加本书编写的有张寿华（第一章，第二章第一、三节，第三章第一节，第五、六、八、九章）、沈维明（第二章第二节，第三章第二、三、四节）、沈大全（第三章第五、六节，第七章）、符荣初（第四章）。强亦忠参加了全书稿件的统稿工作，并对书稿进行了改写和充实。

本书承蒙郭景儒和江林根同志认真审阅；白求恩医科大学，中国科学院原子能研究所（现名为“中国原子能科学研究院”），北京大学、清华大学和天津大学等单位的有关同志对本书的编写大纲提出了宝贵意见，陶祖贻、王孟才、吴瑞森同志对本书稿提出了修改意见，我们特此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中缺点错误在所难免，恳望读者批评指正。

编 者

一九八二年六月

某些单位符号与名称对照表

A	安培	L, (l)	升
a	年	m	米
Bq	贝可〔勒尔〕($1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$)	mA	毫安($1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$)
cm	厘米($1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$)	MeV	兆电子伏特($1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$)
℃	摄氏度	min	分
d	日(天)	ml	毫升
dm	分米($1 \text{ dm} = 10^{-1} \text{ m}$)	mm	毫米($1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$)
dm ³	立方分米(升)	mol	摩尔
eV	电子伏〔特〕	mmol	毫摩尔($1 \text{ mmol} = 10^{-3} \text{ mol}$)
fg	飞克($1 \text{ fg} = 10^{-15} \text{ g}$)	nm	纳米($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)
g	克	Pa	帕〔斯卡〕(压强、压力单位)
h	〔小〕时	r/min	转每分
J	焦耳	s	秒
K	开〔尔文〕(热力学温度的单位)	t	吨
keV	千电子伏〔特〕	V	伏〔特〕
kg	千克	W	瓦〔特〕
km	千米	μA	微安($1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$)
μm	微米($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$)		

某些化合物缩略写与名称对照表

AFP	甲胎蛋白
AMP	磷钼酸铵
ASA III	偶氮肿 III
BAETA	双-(二氨基乙酸)醚四乙酸
BATE	双-羧甲基-氨乙基硫乙烷
5-Br-PADAP	2-(5-溴-2-吡啶基偶氮)-5-二乙氨基苯酚
3, 5-Br ₂ -PADAP	2-(3, 5-二溴-2-吡啶基偶氮)-5-二乙氨基苯酚
CAM	醋酸纤维素薄膜
CAS	铬天青 S
Ch-T	氯胺-T
CPA-pB	对溴偶氮氯膦
CpA III	偶氮氯膦 III
CPB	溴代十六烷基吡啶
CTMAB	溴化十六烷基三甲基铵
CTMAC	氯化十六烷基三甲基铵
C _y DTA	1, 2-环己二胺四乙酸
dAMP	一磷酸脱氧腺苷
DBC	β, β-二丁氧基二乙酸
dCMP	一磷酸脱氧胞苷
DDMAA	十二烷基二甲基胺基乙酸
DDPA	十二烷基磷酸
DDQ	2, 3-二氯-5, 6, -二氰基-1, 4-苯醌
dGMP	一磷酸脱氧鸟苷
DMCS	二甲基二氯硅烷
DMSA	二巯基丁二酸
DNA	脱氧核糖核酸
DTPA	二乙撑三胺五乙酸
dTMP	一磷酸脱氧胸苷
ECR	埃铬青 R
EDTA	乙二胺四乙酸
EDTA-Na ₂	乙二胺四乙酸二钠盐
Et ₂ O	乙醚
HA _c	乙酸
HDEHP	二(2-乙基己基)磷酸(商品名 P-204)

H ₃ Cit	柠檬酸
HO _x	8-羟基喹啉
H ₂ O _x	二甲基乙二肼
H ₂ D ₂	双硫脲
H ₂ Tart	酒石酸
H ₄ Y	乙二胺四乙酸
Kel-F	聚三氟氯乙烯粉（商品名）
Lact ⁻	乳酸根
LPO	乳过氧化物酶
McAb	单克隆抗体
MIBK	甲基异丁基酮
N-235	混合三脂肪胺
N-263	混合季铵盐
OP	非离子型表面活性乳化剂（商品名）
PBHA	N-苯基苯氧肼酸
PMBP	1-苯基-3-甲基-4-苯基甲酰基-吡唑酮-5
PPO	2, 5-二苯基噁唑
POPOP	1, 4-二-2-（5-苯基噁唑基）-苯
RNA	核糖核酸
SAF	水杨基荧光酮
SLS	十二烷基磺酸钠
TBP	磷酸三丁酯
TIOA	三异辛胺
TNOA（TOA）	三正辛胺（三辛胺）
TLA	三月桂胺
TOPO	三辛基氧化膦
TPC	氯化十四烷基吡啶
Triton X-100	非离子型活性剂曲拉通-100（商品名）
TRPO	混合三烷基氧化膦
TTA	噻吩甲酰三氟丙酮
TTHA	三乙撑四胺六醋酸
Zeph	氯化十四烷基二甲基苄基铵
ZrP	磷酸锆

目 录

修订第三版前言

第二版前言

第一版前言

某些单位符号与名称对照表

某些化合物缩略写与名称对照表

第1章 绪 论	(1)
1.1 放射化学发展简史	(1)
1.2 放射化学的内容	(2)
1.2.1 基础放射化学	(2)
1.2.2 放射性元素化学	(2)
1.2.3 核化学	(2)
1.2.4 放射分析化学	(2)
1.2.5 应用放射化学	(2)
1.3 放射化学的特点	(3)
1.3.1 放射性	(3)
1.3.2 不稳定性	(4)
1.3.3 低浓度和微量	(4)
主要参考文献	(5)
思考题	(5)
第2章 放射化学分离方法	(6)
2.1 概 况	(6)
2.1.1 放射化学分离中涉及的若干概念	(6)
2.1.2 放射化学分离中常用的指标	(7)
2.2 共沉淀法	(9)
2.2.1 基本原理	(9)
2.2.2 共沉淀法的分离技术与条件选择	(9)
2.2.3 共沉淀法的应用	(11)
2.3 溶剂萃取法	(12)
2.3.1 概 述	(12)
2.3.2 萃取机理和萃取剂的种类	(13)
2.3.3 萃取条件的选择	(16)
2.3.4 溶剂萃取法的应用	(19)
2.4 色谱法	(20)
2.4.1 概 述	(20)
2.4.2 柱色谱法	(20)
2.4.3 纸色谱法	(27)
2.4.4 薄层色谱法	(28)

2.5 其它分离方法	(29)
2.5.1 电化学分离法	(29)
2.5.2 蒸馏法	(31)
2.5.3 同位素交换法	(32)
2.5.4 快化学分离法	(32)
主要参考文献	(33)
思考题	(33)
第3章 天然放射性元素化学	(34)
3.1 概况	(34)
3.2 铀化学	(35)
3.2.1 概 述	(35)
3.2.2 金属铀的性质	(37)
3.2.3 铀的水溶液化学	(37)
3.2.4 铀的化合物	(38)
3.2.5 铀的络合物	(41)
3.2.6 铀的分析测定	(41)
3.3 钍化学	(44)
3.3.1 概 述	(44)
3.3.2 金属钍的性质	(45)
3.3.3 钍的水溶液化学	(46)
3.3.4 钍的化合物	(46)
3.3.5 钍的络合物	(47)
3.3.6 钍的分析测定	(48)
3.4 镭、氡、钋的化学	(49)
3.4.1 镭	(49)
3.4.2 氡	(53)
3.4.3 钋	(55)
3.5 氡和放射性碳的化学	(57)
3.5.1 氡化学	(58)
3.5.2 放射性碳的化学	(61)
3.6 其他天然放射性元素化学	(64)
主要参考文献	(65)
思考题	(65)
第4章 超铀元素化学	(66)
4.1 锕系通论	(66)
4.1.1 锕系元素的电子构型	(66)
4.1.2 锕系元素的价态和离子半径	(67)
4.1.3 锕系元素的水溶液化学	(67)
4.2 镎化学	(70)
4.2.1 概 述	(70)

4.2.2 铊的化合物	(71)
4.2.3 铊的水溶液化学	(71)
4.2.4 铊的分析测定	(72)
4.3 铋化学	(73)
4.3.1 概 述	(73)
4.3.2 铋及其化合物	(74)
4.3.3 铋的水溶液化学	(74)
4.3.4 铋的分析测定	(76)
4.4 铟化学	(76)
4.4.1 概 述	(76)
4.4.2 铟的化合物	(77)
4.4.3 铟的水溶液化学	(77)
4.4.4 铟的分析测定	(78)
4.5 铊和超铊元素化学	(79)
4.5.1 铊	(79)
4.5.2 铊	(79)
4.5.3 铊	(80)
4.5.4 铊后元素	(81)
主要参考文献	(81)
思考题	(82)
第5章 裂片元素化学	(83)
5.1 概 况	(83)
5.2 放射性铯	(84)
5.2.1 概 述	(84)
5.2.2 铯的化学性质	(84)
5.2.3 铯-137 的分析测定	(84)
5.3 放射性锶	(85)
5.3.1 概 述	(85)
5.3.2 锶的化学性质	(86)
5.3.3 锶-90 的分析测定	(86)
5.4 放射性铈和钍	(88)
5.4.1 概 述	(88)
5.4.2 铈	(88)
5.4.3 钍	(89)
5.5 镨	(90)
5.5.1 概 述	(90)
5.5.2 镨的化学性质	(90)
5.5.3 镨的分析测定	(90)
5.6 放射性钕	(91)
5.6.1 概 述	(91)

5.6.2 钨的化学性质	(91)
5.6.3 钨-106的分析测定	(92)
5.7 放射性碘	(92)
5.7.1 概 述	(92)
5.7.2 碘的化学性质	(93)
5.7.3 放射性碘的分析测定	(94)
5.8 放射性氦和氡	(95)
5.8.1 概 述	(95)
5.8.2 氦和氡的性质	(95)
5.8.3 氦-85的分析测定	(95)
5.9 某些活化产物元素的化学	(96)
5.9.1 概 述	(96)
5.9.2 钴-60	(96)
5.9.3 铁-59	(97)
5.9.4 锌-65	(98)
5.9.5 锰-54	(98)
主要参考文献	(99)
思考题	(100)
第6章 环境放射化学	(101)
6.1 概 况	(101)
6.1.1 关于环境的若干基本概念	(101)
6.1.2 环境放射化学的内容及特点	(103)
6.2 放射性物质在水体中的化学	(105)
6.2.1 概 述	(105)
6.2.2 放射性物质在水体中的化学行为	(105)
6.3 放射性物质在土壤中的化学	(109)
6.3.1 概 述	(109)
6.3.2 放射性物质在土壤中的化学行为	(110)
6.4 放射性物质在大气中的化学	(113)
6.4.1 概 述	(113)
6.4.2 放射性物质在大气中的化学行为	(113)
主要参考文献	(114)
思考题	(114)
第7章 辐射化学	(115)
7.1 辐射化学的基本特征和基本过程	(115)
7.1.1 辐射化学的基本特征	(115)
7.1.2 辐射化学的基本过程	(115)
7.1.3 短寿命中间产物——电子、离子、激发分子和自由基	(117)
7.1.4 辐射化学效应的定量描述	(119)
7.2 水和水溶液的辐射化学	(119)

7.2.1 液态水的辐射分解过程	(119)
7.2.2 水的辐射分解中间产物及其性质	(120)
7.2.3 影响水辐射分解的因素	(122)
7.2.4 水溶液的辐射化学	(123)
7.3 生物物质的辐射化学	(125)
7.3.1 糖类	(125)
7.3.2 脂类	(126)
7.3.3 蛋白质	(126)
7.3.4 核酸	(128)
7.4 辐射化学的应用	(129)
7.4.1 高分子化学中的应用	(129)
7.4.2 生物医学领域中的应用	(130)
7.4.3 环境保护上的应用	(131)
主要参考文献	(131)
思考题	(131)
第8章 放射性标记化合物的制备及其应用	(133)
8.1 概 况	(133)
8.1.1 标记化合物的命名	(133)
8.1.2 标记化合物的分类	(133)
8.1.3 标记化合物的若干基本概念	(133)
8.1.4 放射性核素的选择	(133)
8.1.5 放射性标记化合物的特点与制备要求	(135)
8.2 放射性标记化合物的制备方法	(136)
8.2.1 化学合成法	(136)
8.2.2 生物合成法	(140)
8.2.3 同位素交换法	(142)
8.2.4 金属络合法	(144)
8.2.5 其它标记方法	(145)
8.2.6 放射性标记化合物的纯化与质量鉴定	(145)
8.3 单克隆抗体的标记	(147)
8.3.1 放射性核素标记单克隆抗体的技术	(148)
8.3.2 单克隆抗体标记物的稳定性	(148)
主要参考文献	(149)
思考题	(149)
第9章 放射性核素的制备及其应用	(150)
9.1 放射性核素的制备	(150)
9.1.1 反应堆生产放射性核素	(150)
9.1.2 加速器生产放射性核素	(151)
9.1.3 从乏燃料后处理中提取放射性核素	(151)
9.1.4 制备放射性核素的其他方法	(152)

9.2 放射性核素示踪法	(152)
9.2.1 放射性核素示踪法的一般原理及特点	(152)
9.2.2 放射性核素示踪法的类型	(152)
9.2.3 放射性示踪剂的选择	(153)
9.3 放射性核素在医学、生物学中的应用	(153)
9.3.1 放射性药物及其应用	(154)
9.3.2 放射免疫技术	(155)
9.3.3 自放射显影技术	(156)
9.4 放射性核素在其它领域中的应用	(157)
9.4.1 放射性同位素在化学研究中的应用	(157)
9.4.2 放射性同位素在工业中的应用	(158)
9.5 放射分析技术及其应用	(158)
9.5.1 同位素稀释法	(158)
9.5.2 活化分析法	(160)
9.5.3 X 射线荧光分析法	(162)
主要参考文献	(163)
思考题	(163)

第一章 绪 论

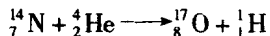
1.1 放射化学发展简史

放射化学 (radiochemistry) 作为一门新学科, 和其他学科一样, 是在人类生产斗争和科学实验的基础上产生和发展起来的。

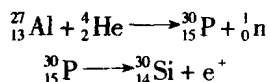
首先, 放射化学的产生源于放射性的发现。1895 年, W.C. 伦琴 (Roentgen) 在研究真空放电现象时发现了 X 射线。次年, H. 贝可勒尔 (Becquerel) 在进一步研究 X 射线和荧光时发现了铀的化合物具有放射性。1898 年, 玛丽·居里夫人 (M.S.Curie) 等又发现了钍的化合物具有放射性。同年, M.S.Curie 和她的丈夫 P.Curie 首先采用化学分离及放射性测量的方法相继发现了天然放射性元素钋和镭, 并经四年的努力, 于 1902 年成功地从数吨沥青铀矿渣中分离提取了 0.1g 氯化镭。M.S.Curie 开创性地运用一系列化学方法所完成的这一具有划时代意义的研究作为放射化学成为一门新学科奠定了基础。此后, 人们致力于发现新的天然放射性元素和核素, 并研究它们的性质及在周期表中的位置。在短短的十几年里就接连发现了钋、镭、锕、氢、镤等 5 种天然放射性元素和 40 余种放射性核素。

其次, 放射化学的建立有赖于对放射性规律的一系列研究和探索。1903 年, E. 卢瑟福 (Rutherford) 和 F. 索迪 (Soddy) 发现了放射性核素的放射性衰变规律。1913 年, Soddy 提出了“同位素” (isotope) 的概念。同年, Soddy 和 K. 法扬斯 (Fajans) 同时独立地发现了放射性衰变位移规律。人们在这些理论和已发现的大量放射性核素的基础上发现了三个天然放射系, 这对放射化学的发展具有十分重要的意义。在此期间, G. 赫维西 (Hevesy) 等创立了示踪原子法, 这是应用放射化学的开端; F. 潘聂特 (Paneth) 等人在研究放射性核素处于低浓时的状态和行为的基础上, 建立了吸附和共沉淀的规律, 促进了放射化学的发展。此后, 许多科学家对吸附和共沉淀现象、放射性胶体和同位素交换反应等开展了更深入的研究。

1919 年, Rutherford 在用钋源的 α 射线轰击轻元素氮时, 首次实现了人工核转变:



1932 年, J. 查德威克 (Chadwick) 在用钋源的 α 射线轰击锂、铍等轻元素时发现了中子。1934 年, 约里奥·居里夫妇 (I.Curie 和 F.Curie) 用 α 粒子轰击铝等轻元素时, 第一次获得了人工放射性核素 ${}_{15}^{30}\text{P}$:



同年, L. 齐拉 (Szilard) 和 T.A. 查尔默斯 (Chalmers) 发现了原子核俘获中子时产生核反冲引起的特殊化学效应, 这导致了热原子化学的建立。在此期间, E.O. 劳伦斯 (Lawrence) 和范德格拉夫 (Van de Graff) 先后发明了回旋加速器和静电加速器。这些发现和发明促进了核转变过程化学的建立和发展。

第三, 放射化学的发展得益于原子核裂变现象的发现及其应用。1939 年, O. 哈恩 (Hahn) 等在用中子照射铀的研究中发现了原子核裂变现象, 这是放射化学发展史上的又一次重大事件。1940 年, G.T. 西博格 (Seaborg) 等发现了超铀元素镅和钚。1942 年, 美国在

E. 费米 (Fermi) 的领导下, 建立了世界上第一座核反应堆, 第一次实现了受控链式核裂变反应, 它标志着人类开始进入原子能时代。此后, 核工业得到了迅速发展。其中, 核燃料的生产、反应堆乏燃料的后处理以及核裂变产物的分离等大大促进了放射化学的拓展以及核燃料化学、裂变元素化学、放射化学分离方法的迅速发展和对放射性核素性质的深入研究。与此同时, 中、高能核化学也迅速兴起。到 50 年代, 放射性核素在工业、农业、国防和医学等领域中得到了广泛应用。所有这些都极大地丰富了放射化学的内容, 使它逐步形成一门具有独特研究内容和研究方法的学科。

近一二十年来, 放射化学正在向医学、药理学、生物化学、免疫学、环境科学、天文学、地质学、考古学等许多领域渗透, 已经或正在形成一些新的边缘学科, 如放射免疫化学、核药学、放射生物化学、环境放射化学、核天文地质学、核考古学等。现在, 越来越多的放射化学工作者正在从事经典放射化学和核物理学以外的新工作, 出现了令人振奋的新局面。当然, 这也给放射化学工作者带来了新问题。所有这些, 都显示了放射化学的强大生命力, 放射化学正面临着一个新的飞跃。此外, 随着高能 and 重离子加速器的出现, 人工制造锕系元素及超重元素的研究和探索, 使放射化学又增加了诸如高能核化学、重离子核化学和奇异原子化学等新的内容。

自新中国成立以来, 我国原子能科学技术获得了迅速发展。放射化学作为原子能科学的一门基础学科, 也取得了很大的进步。40 多年来, 我国的放射化学工作者在核燃料的生产和回收、放射性核素的分离和应用、锕系元素化学、核化学、放射性废物的处理与处置和综合利用、放射分析化学以及放射化学在各个领域中的应用等方面, 都取得了丰硕的成果, 为我国原子能事业的发展作出了巨大的贡献。

1.2 放射化学的内容

放射化学是 20 世纪初开始形成的一门学科, 它以研究放射性物质和核转变过程的化学为其主要内容。90 多年来, 随着这门学科的不断发展和其研究内容也在不断丰富和拓展, 以致现在很难给放射化学下一个确切的定义, 规定一个明确的范畴。不过, 综合大多数学者的意见, 放射化学的内容大致可包括以下五个方面。

1.2.1 基础放射化学

主要研究放射性物质的物理化学状态和行为, 如放射性元素在低浓时的吸附、共沉淀、电化学以及胶体等物理化学状态和行为; 放射性物质分离、纯化的方法及其原理等。

1.2.2 放射性元素化学

主要研究天然和人工放射性元素及其化合物的化学性质、制备方法等。

1.2.3 核化学

研究各种核转变过程伴随的化学变化及生成的产物等。

1.2.4 放射分析化学

研究放射性核素及其制剂的分析测量和纯度鉴定方法等。

1.2.5 应用放射化学

研究放射性核素在工业、农业、国防、医学等各个领域中的应用。

放射化学是原子能科学技术的重要理论基础之一。它与核物理一起, 对人类掌握和运用原子能技术、探索原子能的奥秘起着重要作用。从原子能科学技术的发展来看, 放射化学与