



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

分析化学简明教程

(第三版)

主 编 胡育筑

副主编 范国荣 高金波



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

分析化学简明教程

(第三版)

主 编 胡育筑

副主编 范国荣 高金波

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”，是分析化学立体化系列教材之一。

本书内容包括误差和分析数据处理、化学分析和仪器分析、附录。其中化学分析和仪器分析部分的内容包括重量分析法、滴定分析法概论、酸碱滴定法、络合滴定法、沉淀滴定法、氧化还原滴定法、电位法及永停滴定法、光谱分析法概论、紫外-可见分光光度法、红外分光光度法、荧光分析法、原子吸收分光光度法、核磁共振波谱法、质谱法、色谱分析法概论等。

与本书配套的有《分析化学》(第三版)、《仪器分析选论》、《分析化学习题集》(第二版)、《分析化学实验》及《分析化学多媒体教学软件》。

本书可作为高等学校药学、药物制剂学、制药工程、生物化工、生物技术、中药学等专业的教学用书,也可作为化学、化工、医学、环境等相关专业分析化学课程的教学参考书,并可供从事分析化学工作的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学简明教程/胡育筑主编. —3版. —北京:科学出版社,2012

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-034890-6

I. ①分… II. ①胡… III. ①分析化学-高等学校-教材 IV. ①O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 130570 号

责任编辑:赵晓霞 / 责任校对:钟 洋
责任印制:闫 磊 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 9 月第 二 版 印张:20

2012 年 6 月第 三 版 字数:507 000

2012 年 6 月第八次印刷

定价:41.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《分析化学简明教程》(第三版)

编写委员会

主 编 胡育筑

副主编 范国荣 高金波

编 委(以姓氏汉语拼音为序)

陈志琼(重庆医科大学)

丁立新(佳木斯大学)

杜迎翔(中国药科大学)

范国荣(第二军医大学)

冯志君(皖南医学院)

高金波(佳木斯大学)

郝小燕(贵阳医学院)

何 华(中国药科大学)

胡育筑(中国药科大学)

黄庆华(广东药学院)

蒋 晔(河北医科大学)

李星全(哈尔滨医科大学)

彭 茵(大连医科大学)

魏芳弟(南京医科大学)

闻 俊(第二军医大学)

姚卫峰(南京中医药大学)

钟 晨(广东药学院)

第三版前言

《分析化学简明教程》(第三版)是在《分析化学简明教程》(第二版)的基础上,由中国药科大学、广东药学院、第二军医大学、佳木斯大学、河北医科大学、贵阳医学院、哈尔滨医科大学、南京医科大学、南京中医药大学、大连医科大学、重庆医科大学及皖南医学院十二所院校分析化学学科的教师,结合各校教学实践,取众校之长、补原教材之短,适当调整内容修订而成。

本书仍定位于主要供本科或大专药学及相关专业学时相对较少的分析化学课程的教学使用,授课学时为50~80学时。本书努力体现少而精,药学特色鲜明和有利于教学的特点;在基本概念、主要内容、计量单位等方面力求严谨规范,内容充实、紧跟学科发展,文字精练,难易适度,使用方便;致力于使学生掌握药学各专业及相关专业必需的分析化学基本理论、基本知识和基本技能,熟悉联系药学实际、反映药学学科前沿发展的新知识。

与第二版教材相比,本书压缩了部分实用性不强的内容,增加了有关分析方法验证、分析仪器新技术、医药环境分析及临床医药品分析的内容;强调将分析化学基础和医药实践相结合,应用示例大多来自《中华人民共和国药典》2010版,符合药典对药物质量控制及药品检验方法验证的有关规定。本书是分析化学立体化系列教材之一。该立体化系列教材还包括《分析化学》(第三版)、《分析化学习题集》(第二版)、《分析化学实验》、《仪器分析选论》及《分析化学多媒体教学软件》等,可根据需要选用作为辅助教材或参考资料。

第一版、第二版教材主审孙毓庆教授自始至终热情指导和支持本书编委会的工作。第二版部分编委为本书的编写给予了很多帮助。在本书编写过程中得到各院校及科学出版社诸多同志的大力支持,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中的疏漏和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2012年3月

第二版前言

本书第一版自 2004 年出版以来,受到各兄弟院校分析化学任课教师和学生的欢迎和支持,在教学中发挥了积极作用。2007 年,本书被教育部列入“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。经过 8 所高校药学专业 9 名教师的通力合作,我们终于完成了本书的编写工作。

参加编写的所有编委都是长期工作在药学专业分析化学教学和科研第一线的教师,多数编委曾经在教学中直接使用过本书第一版教材。在编写过程中,编者充分研究了第一版在使用过程中的经验和不足,对本书进行了修改、润色和补充。

作为简明教程,并不仅仅是字数少,而更要体现少而精、特色鲜明和有利于教学的原则。为此,我们充分考虑了我国药学专业对分析化学课程的要求,借鉴现有各种教材的特色和优点,删除相对陈旧的内容,适当添加反映医药发展动向的新技术,特别是补充了对《中国药典》(2005 年版)收载方法的介绍,以体现分析化学在药学中应用的特点。由多所院校合编的教材,虽然能够博采众长,但往往在内容、形式、风格上难以统一,为此,我们在后期的统稿审定工作中投入了较多力量,力求风格均衡协调,内容前后呼应,术语严谨规范。为方便教学,各章附有习题(含答案),附录包括了方便学生学习使用的分析化学常用数据表。由全体编委参加编写的配套多媒体教学光盘也将出版发行。

普通高等教育“十一五”国家级教材中供药学专业使用的分析化学立体化系列教材还有《分析化学》(第二版)、《分析化学习题集》(第二版)、《分析化学实验》、《仪器分析选论》等。使用本书时可根据实际需要选用和参考这些相关教材,以适合不同层次的教学需要。

本书第一版的部分编委未直接参加这次编写工作,但他们为本书的出版创造了良好的工作基础,特别是孙毓庆教授为本书担任主审,李章万、赵怀清教授多次提供了宝贵的修改建议;我们还得到了中国药科大学、沈阳药科大学及科学出版社的大力支持,在此一并致谢。

限于编者的水平与经验,书中难免存在错误与不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 7 月

第一版前言

《分析化学简明教程》是在《普通高等教育“十五”国家级规划教材》分析化学系列教材中《分析化学》(孙毓庆, 2003, 科学出版社)的基础上, 根据目前药学及相关专业教学改革中削减化学类基础课程的趋势, 需要适用于学时数少到中等的分析化学理论课程的教材, 而组织编写的。

本书编写指导思想继续强调“三基”(基本内容, 基本理论与基本技能)和“五性”(思想性, 科学性, 先进性, 启发性与适用性), 内容选择和章节编排努力结合学科特点, 注重向生命科学倾斜。编写过程中, 大力吸收目前国内外先进教材的优点, 在基本概念、主要内容、计量单位等方面力求严谨规范, 争取做到内容充实、紧跟学科发展, 叙述简明扼要、文字精练、深浅适度、使用方便, 充分体现少而精、特色鲜明和利于教学的原则。

遵循上述原则, 我们将原《分析化学》教材的内容精简近二分之一, 还对原书的内容和叙述作了较多的改进, 力求符合教学规律。考虑到生命科学的学科发展及不同院校的教学需求, 本书比原《分析化学》教材增加了毛细管电泳法及原子吸收分光光度法两章。

本书可作为普通高等学校药学、药物制剂学、制药工程、生物化工、生物技术、中药学等专业的教学用书, 也可作为化学、化工、医学、环境等相关专业分析化学课程的教学参考书, 并可作为从事分析工作的科技人员的参考用书。

《普通高等教育“十五”国家级规划教材》分析化学系列教材由《分析化学》、《仪器分析选论》、《分析化学简明教程》、《分析化学习题集》、《分析化学实验》及《分析化学多媒体教学软件》组成。使用本教材的任课教师可根据教学实际需要选用系列教材的相关内容。

本书由胡育筑主编, 孙毓庆主审。参加本书编写工作的有: 胡育筑(中国药科大学, 第1、3、6、13、16、19章), 孙毓庆(沈阳药科大学, 第2、11、20章), 杜迎翔(中国药科大学, 第4、12章), 袁波(沈阳药科大学, 第5章), 赵怀清(沈阳药科大学, 第7、17章), 范国荣(第二军医大学, 第8、9、10章), 李章万(四川大学, 第14、15、18章), 最后由胡育筑统稿。

《分析化学》教材主编孙毓庆教授自始至终热情指导本书各位作者的工作, 协助主编完成组织和统稿工作, 在全书的编写中发挥了核心作用。第二军医大学吴玉田教授、北京大学郑斯成教授作为系列教材的主要参加者为本书的编写提供了热情宝贵的帮助和支持。编写中我们还得到中国药科大学、沈阳药科大学及科学出版社的大力支持, 一并致谢。

书中的错误与不当之处, 恳请读者批评指正。

编 者

2004年7月

目 录

第三版前言

第二版前言

第一版前言

第 1 章 绪论	1
1.1 分析化学的任务和作用	1
1.2 分析化学方法的分类	1
1.2.1 定性分析、定量分析与结构分析	1
1.2.2 无机分析与有机分析	1
1.2.3 化学分析与仪器分析	2
1.2.4 常量、半微量、微量与超微量分析	2
1.3 分析化学的起源、发展和展望	2
1.3.1 分析化学的起源和发展	2
1.3.2 现代分析化学的发展趋势	3
第 2 章 误差和分析数据处理	4
2.1 测量误差	4
2.1.1 绝对误差与相对误差	4
2.1.2 系统误差和偶然误差	4
2.1.3 准确度和精密度	5
2.1.4 误差的传递	7
2.2 有效数字及运算规则	7
2.2.1 有效数字	7
2.2.2 数字修约规则	7
2.2.3 运算规则	8
2.3 有限量实验数据的统计处理	9
2.3.1 t 分布和平均值的置信区间	9
2.3.2 显著性差别检验	10
2.3.3 可疑数据的取舍	12
2.3.4 回归与相关简介	12
2.4 分析质量及其评价方法	13
2.4.1 提高分析准确度的方法	13
2.4.2 分析结果的数据处理	15
2.4.3 分析方法的质量保证	15
习题	17
第 3 章 重量分析法	18
3.1 沉淀重量法	18

3.1.1 沉淀形式和称量形式	18
3.1.2 沉淀形态和沉淀条件的选择	18
3.1.3 沉淀的完全程度及其影响因素	20
3.1.4 影响沉淀纯度的因素	21
3.1.5 沉淀的处理技术	22
3.1.6 称量形式与结果计算	23
3.2 挥发重量法	23
3.2.1 方法和原理	23
3.2.2 应用示例	24
3.3 萃取重量法	24
习题	25
第4章 滴定分析法概论	27
4.1 滴定分析法的基础	27
4.1.1 基本术语	27
4.1.2 滴定分析对化学反应的要求	27
4.1.3 滴定分析法的分类和滴定方式	27
4.1.4 滴定曲线和滴定突跃	28
4.1.5 标准溶液与基准物质	29
4.2 滴定分析法的计算	30
4.2.1 标准溶液浓度的表示方法	30
4.2.2 滴定计算的基本公式	30
4.2.3 滴定分析计算实例	32
4.3 滴定分析中的化学平衡	33
4.3.1 分布系数和副反应系数	33
4.3.2 溶液中化学平衡的处理方法	34
习题	35
第5章 酸碱滴定法	36
5.1 水溶液中的酸碱平衡	36
5.1.1 质子论的酸碱概念	36
5.1.2 溶液中酸碱组分的分布	38
5.1.3 酸碱体系的 pH 计算	39
5.2 酸碱指示剂	42
5.2.1 指示剂的变色原理	42
5.2.2 指示剂的变色范围	43
5.3 水溶液中的酸碱滴定	44
5.3.1 强酸(强碱)的滴定	45
5.3.2 一元弱酸(碱)的滴定	47
5.3.3 多元酸(碱)的滴定	49
5.4 酸碱标准溶液的配制与标定	50
5.4.1 酸标准溶液	50

5.4.2 碱标准溶液	51
5.5 非水溶液中的酸碱滴定	51
5.5.1 基本原理	51
5.5.2 碱的滴定	53
5.5.3 酸的滴定	54
5.6 应用与示例	55
5.6.1 药用 NaOH 的测定	55
5.6.2 甲醛滴定法测定氨基酸含量	55
5.6.3 凯氏定氮法及其应用	56
习题	56
第 6 章 络合滴定法	58
6.1 基本原理	58
6.1.1 EDTA 络合物的稳定常数	58
6.1.2 副反应系数	59
6.1.3 条件稳定常数	61
6.1.4 影响络合滴定的主要因素	61
6.2 金属指示剂	62
6.2.1 金属指示剂的原理	62
6.2.2 指示剂的封闭现象	63
6.2.3 掩蔽剂的选择	63
6.3 应用示例	64
6.3.1 标准溶液的配制和标定	64
6.3.2 滴定条件的选择	65
6.3.3 滴定方式及其应用	65
习题	67
第 7 章 沉淀滴定法	69
7.1 银量法的基本原理	69
7.2 银量法指示终点的方法	70
7.2.1 铬酸钾指示剂法	70
7.2.2 铁铵矾指示剂法	71
7.2.3 吸附指示剂法	72
7.3 标准溶液的配制和标定	74
7.3.1 基准物质	74
7.3.2 标准溶液	74
7.4 应用与示例	74
习题	75
第 8 章 氧化还原滴定法	76
8.1 氧化还原平衡	76
8.1.1 条件电位及其影响因素	76
8.1.2 氧化还原反应的进行程度	79

8.1.3 氧化还原反应的速率	80
8.2 氧化还原滴定	81
8.2.1 滴定曲线	81
8.2.2 指示剂	83
8.2.3 氧化还原滴定前的预处理	84
8.3 常用氧化还原滴定方法	84
8.3.1 碘量法	84
8.3.2 高锰酸钾法	86
8.3.3 溴酸钾法和溴量法	86
8.3.4 亚硝酸钠法	87
8.3.5 铈量法	87
习题	87
第9章 电位法及永停滴定法	89
9.1 电位法的基本原理	89
9.1.1 化学电池和电池电动势	89
9.1.2 相界电位和液接电位	90
9.1.3 指示电极和参比电极	91
9.1.4 电极电势的测量	93
9.2 直接电位法	93
9.2.1 溶液 pH 的测定	93
9.2.2 其他离子活度的测定	96
9.2.3 离子选择电极的性能	98
9.3 电位滴定法	99
9.3.1 仪器装置和方法原理	99
9.3.2 确定电位滴定终点的方法	99
9.3.3 应用与示例	101
9.4 永停滴定法	102
9.4.1 仪器装置及基本原理	102
9.4.2 应用与示例	103
习题	103
第10章 光谱分析法概论	105
10.1 电磁波谱和光学分析法	105
10.1.1 电磁辐射和电磁波谱	105
10.1.2 光学分析法及其分类	106
10.2 光谱分析仪器	109
10.2.1 辐射源	110
10.2.2 分光系统	110
10.2.3 辐射检测器	110
10.3 光谱分析法进展简介	110

第 11 章 紫外-可见分光光度法	112
11.1 基本原理	112
11.1.1 紫外-可见光谱的产生及特征	112
11.1.2 Lambert-Beer 定律	113
11.1.3 偏离 Beer 定律的因素	114
11.1.4 光电比色法	115
11.2 紫外-可见吸收光谱和分子结构的关系	115
11.2.1 电子的跃迁类型	115
11.2.2 吸收带及其与分子结构的关系	116
11.2.3 影响吸收带的因素	117
11.2.4 有机化合物分子结构研究简介	118
11.3 紫外-可见分光光度计	122
11.3.1 主要部件	122
11.3.2 光学性能与仪器类型	123
11.4 定性和定量方法	124
11.4.1 定性鉴别和纯度检测	124
11.4.2 定量分析方法	125
习题	127
第 12 章 红外分光光度法	129
12.1 基本原理	129
12.1.1 振动能级与振动光谱	129
12.1.2 振动形式	130
12.1.3 红外吸收峰的类别	133
12.1.4 吸收峰的位置和强度	134
12.2 典型光谱	136
12.2.1 脂肪烃类化合物	136
12.2.2 芳香烃类化合物	138
12.2.3 醚、醇与酚类化合物	138
12.2.4 羰基化合物	139
12.2.5 含氮化合物	141
12.3 红外分光光度计及制样	142
12.3.1 色散型分光型红外分光光度计	142
12.3.2 傅里叶变换红外光谱仪	142
12.3.3 制样方法	143
12.4 红外光谱解析方法与应用示例	144
12.4.1 光谱解析方法	144
12.4.2 光谱解析示例	146
12.5 近红外分光光度法简介	146
12.5.1 近红外光谱的产生	146
12.5.2 近红外分光光度计	147

12.5.3 近红外光谱的分析方法	147
12.5.4 在药学领域中的应用简介	148
习题	148
第 13 章 荧光分析法	151
13.1 荧光光谱的基本原理	151
13.1.1 分子荧光光谱的产生	151
13.1.2 激发光谱与发射光谱	153
13.1.3 分子结构与荧光的关系	154
13.1.4 影响荧光强度的外部因素	155
13.2 荧光定量分析方法	157
13.2.1 荧光强度与物质浓度的关系	157
13.2.2 定量分析方法	157
13.3 荧光分析技术及应用	158
13.3.1 荧光分析仪器简介	158
13.3.2 应用与示例	159
习题	159
第 14 章 原子吸收分光光度法	161
14.1 基本原理	161
14.1.1 原子吸收光谱和共振吸收线	161
14.1.2 原子吸收线的形状	161
14.1.3 原子吸收与原子浓度的关系	163
14.2 原子吸收分光光度计	163
14.2.1 光源	163
14.2.2 原子化系统	164
14.2.3 单色器	165
14.2.4 检测系统	165
14.3 定量分析方法	165
14.3.1 标准曲线法	165
14.3.2 标准加入法	166
14.4 应用方法	167
14.4.1 测定条件的选择	167
14.4.2 在药物分析中的应用	167
习题	167
第 15 章 核磁共振波谱法	169
15.1 基本原理	169
15.1.1 原子核自旋与磁矩	169
15.1.2 原子核的共振吸收	170
15.1.3 核磁共振波谱的测定	173
15.2 化学位移	174
15.2.1 化学位移及其表示	174

15.2.2 化学位移的影响因素	175
15.2.3 不同类型质子的化学位移	177
15.3 自旋偶合和自旋系统	178
15.3.1 自旋偶合与自旋分裂	178
15.3.2 自旋系统及命名原则	180
15.4 核磁共振氢谱的解析方法与示例	181
15.4.1 送样要求	181
15.4.2 解析顺序	181
15.4.3 解析示例	181
15.5 核磁共振技术的进展	182
15.5.1 核磁共振碳谱简介	182
15.5.2 相关谱技术简介	183
习题	183
第 16 章 质谱法	185
16.1 质谱仪及工作原理	185
16.1.1 样品的导入与离子源	185
16.1.2 质量分析器	187
16.1.3 离子检测器和质谱	189
16.2 质谱中的离子与裂解类型	189
16.2.1 离子的主要类型	189
16.2.2 阳离子的裂解类型	191
16.3 典型有机化合物的质谱特征	193
16.3.1 烷烃	193
16.3.2 链烯	193
16.3.3 芳烃	193
16.3.4 羰基化合物	194
16.4 有机质谱的解析方法	195
16.4.1 相对分子质量的确定	195
16.4.2 分子式的确定	195
16.4.3 结构解析程序	196
16.5 综合光谱解析法简介	197
16.5.1 综合光谱解析的一般步骤	197
16.5.2 解析示例	198
习题	200
第 17 章 色谱分析法概论	202
17.1 色谱法基础	202
17.1.1 色谱法的分类	202
17.1.2 色谱过程及其基本术语	203
17.2 色谱分离的基本理论	206
17.2.1 分配系数和保留行为的关系	206

17.2.2 等温线·····	206
17.2.3 塔板理论·····	207
17.2.4 速率理论·····	207
17.2.5 影响分离度的因素·····	209
17.3 基本类型色谱的分离机制·····	209
17.3.1 吸附色谱法·····	209
17.3.2 分配色谱法·····	210
17.3.3 离子交换色谱法·····	210
17.3.4 分子排阻色谱法·····	210
习题·····	211
第18章 气相色谱法 ·····	213
18.1 气相色谱仪·····	213
18.1.1 气相色谱仪及其一般流程·····	213
18.1.2 进样器和柱温箱·····	213
18.1.3 检测器·····	214
18.1.4 数据处理·····	216
18.2 气相色谱柱·····	216
18.2.1 填充柱·····	217
18.2.2 固定相和载体·····	217
18.2.3 固体固定相·····	220
18.2.4 毛细管柱·····	220
18.3 色谱实验技术·····	221
18.3.1 色谱柱的选择·····	221
18.3.2 温度的选择·····	221
18.4 定性与定量分析方法·····	222
18.4.1 定性分析方法·····	222
18.4.2 定量分析方法·····	223
18.4.3 系统适用性评价·····	226
18.5 应用与示例·····	226
18.5.1 药品的定量分析·····	226
18.5.2 有机溶剂残留量的测定·····	227
18.5.3 衍生化气相色谱法·····	227
习题·····	227
第19章 液相色谱法 ·····	229
19.1 经典液相色谱法·····	229
19.1.1 固定相·····	229
19.1.2 正相液相色谱和反相液相色谱·····	231
19.1.3 流动相·····	231
19.1.4 应用示例·····	233
19.2 平面液相色谱法·····	233

19.2.1	平面色谱参数	233
19.2.2	薄层液相色谱	234
19.2.3	纸色谱	238
19.2.4	平面色谱法在医药方面的应用	239
19.3	高效液相色谱法	239
19.3.1	仪器装置	240
19.3.2	化学键合相色谱法	243
19.3.3	反相键合相色谱法	244
19.3.4	色谱条件的选择	245
19.3.5	分析方法及应用示例	246
19.4	毛细管电泳法简介	247
19.4.1	仪器装置	247
19.4.2	基本原理	247
19.4.3	实验条件与实验方法	248
19.4.4	分离类型与应用示例	248
	习题	249
第 20 章	医药品分析简介	251
20.1	药物分析	251
20.1.1	药品质量控制方法选择	251
20.1.2	中药及其制剂分析	255
20.2	临床分析	258
20.2.1	生物样品前处理	258
20.2.2	治疗药物监测	258
20.2.3	药物代谢与动力学研究	259
20.2.4	内源性成分分析	261
20.3	毒物分析	262
第 21 章	环境分析化学简介	263
21.1	环境分析化学的任务和特点	263
21.1.1	环境分析化学的任务	263
21.1.2	环境分析化学的特点	263
21.1.3	环境分析化学的研究对象	264
21.2	环境分析监测的对象和项目	264
21.2.1	环境分析监测的对象	265
21.2.2	环境分析监测项目的选择	266
21.3	环境分析方法及选择	266
21.3.1	环境分析方法的特点	266
21.3.2	环境分析方法的选择原则	267
21.3.3	常用分析方法的检测限	267
21.3.4	常用环境分析方法	268
21.4	环境分析化学的发展	272

21.4.1 环境分析样品前处理	273
21.4.2 环境分析中的色谱技术	273
21.4.3 形态分析方法	273
21.4.4 与生物学科的结合	274
21.4.5 环境分析监测的自动化	274
主要参考文献	276
附录	278
附录 I 中华人民共和国法定计量单位	278
附录 II 分析化学中常用的物理化学常数及物理量	279
附录 III 国际相对原子质量	280
附录 IV 常用相对分子质量	281
附录 V 酸、碱在水中的离解常数	283
附录 VI 常用标准缓冲溶液的 pH(0~60 °C)	286
附录 VII 络合滴定有关常数	286
附录 VIII 标准电极电势及条件电位	289
附录 IX 难溶化合物的溶度积(K_{sp})	293
附录 X 主要基团的红外特征吸收频率	294
附录 XI 质子化学位移简表	298
附录 XII 质谱中常见的中性碎片与碎片离子	298
符号及缩写	300