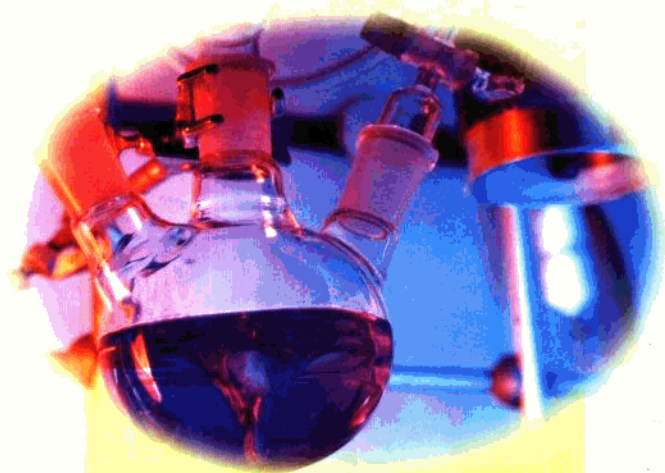




全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

实验化学

张金桐 叶 非 主编



中国农业出版社

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

实 验 化 学

张金桐 叶 非 主编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

实验化学/张金桐, 叶非主编. —北京: 中国农业出版社, 2004. 7

全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-08956-8

I. 实... II. ①张...②叶... III. 化学实验-高等学校-教材 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 063510 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 曾丹霞

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 24.75

字数: 440 千字

定价: 32.20 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

随着科学技术的飞速发展,化学与其他学科间的相互交叉与渗透日益加强,普通化学、有机化学、分析化学已经成为农、林、水产院校的必修课。由于各分支化学实验追求的是自身的完美,突出的是个性的发展,因此,难以顾及横向综合。这种分割式的实验课程体系,不仅在内容上导致重复或脱节,而且化学实验的系统性差,大大削弱了化学实验作为一门学科的整体效应,既不适应市场经济条件下通识型人才的培养与教育,也不适应自然科学走向高度综合的发展态势。

我们在吸收东北农业大学、山西农业大学等高等院校实验课程体系改革经验的基础上,将原来附属在化学课程中处于从属地位的普通化学实验、分析化学实验和有机化学实验分离出来,进行高度综合,建立化学实验课程的新体系,形成一门系统、完整、独立的新课程——实验化学。为此,编者结合多年来的教学实践与体会,组织编写了这本《实验化学》教材。此书经全国高等农业院校教学指导委员会审定为全国高等农业院校“十五”规划教材。

编著者在编写过程中,力求使本书具有以下特色:

(1) 教材将普通化学、分析化学和有机化学三门学科的化学实验内容进行了高度综合,自成体系,独立设课。

(2) 教材内容和结构安排合理,充分考虑到我国农、林、水产各高校的现状与实际;既有本门课程自身的独立性、系统性和科学性,又照顾到与各有关化学课程及其他专业课程的联系与衔接。

(3) 教材中的综合实验和自行设计实验有利于学生对本门课程教学内容的全面了解和掌握,有利于增强学生分析和解决问题的能力以及创新精神的培养。

(4) 教材中设置了计算机模拟仿真等实验,为模拟型化学 CAI 的软件开发和应用打下基础。

(5) 教材中适当编排了一些微量及半微量实验。这不仅是实验化学发展的一个趋势,同时也强化了学生在节约化学试剂、减少环境污染方面的意识。

本书是由山西农业大学、东北农业大学、河南农业大学、湖南农业大学、四川农业大学和山东农业大学六所高等院校的十四位教师共同编写,山西农业大学张金桐教授和东北农业大学叶非教授担任主编。参加本书编写的有山西农业大学张金桐、刘金龙和贾俊仙(绪论、第一章、第八章、附录),山东农业大学谢协忠、张钰镭(第二章 2.1~2.5、第三章),河南农业大学夏百根、宁爱民和郑先福(第二章 2.6~2.8、第六章 6.20~6.24),湖南农业大学刘灿明和李辉勇(第四章、第六章 6.1~6.19),四川农业大学吴明君(第五章),东北农业大学叶非、冯志彪和付颖(第七章、第九章)。全书由主编修改统稿完成。东北农业大学张永忠教授主审并提出了许多宝贵意见。山西农业大学教材科许大连同志对本书的出版付出了极大的精力和辛劳,在此特致谢意。

在本次编写过程中,我们尽了自己的最大努力,但限于水平,书中一定还会有错误或不当之处。我们恳切希望使用本书的同行和读者批评和指正。

编 者

2004 年 4 月

目 录

前言

实验化学概况	1
--------------	---

第一章 实验化学基础知识	10
---------------------------	-----------

1.1 实验室规则	10
-----------------	----

1.2 实验室安全知识与意外事故处理	11
--------------------------	----

1.2.1 实验室安全知识	11
---------------------	----

1.2.2 实验室意外事故处理	12
-----------------------	----

1.3 实验室常用仪器简介	13
---------------------	----

1.3.1 实验化学常用仪器介绍	13
------------------------	----

1.3.2 标准磨口玻璃仪器介绍	19
------------------------	----

1.3.3 微型化学实验仪器介绍	21
------------------------	----

1.4 化学试剂知识和三废处理	23
-----------------------	----

1.4.1 化学试剂的有关知识	23
-----------------------	----

1.4.2 三废处理	27
------------------	----

1.5 实验用水的规格、制备及检验方法	28
---------------------------	----

1.5.1 实验用水的规格	28
---------------------	----

1.5.2 纯水的制备方法	29
---------------------	----

1.5.3 纯水的检验	30
-------------------	----

1.6 计算机在实验化学中的应用	31
------------------------	----

1.6.1 实验过程的模拟	31
---------------------	----

1.6.2 实验数据的处理	31
---------------------	----

1.7 实验化学基本要求	32
--------------------	----

1.7.1 实验预习	32
------------------	----

1.7.2 实验记录与数据处理	32
-----------------------	----

1.7.3 实验数据的表达	36
---------------------	----

1.7.4 实验数据的一元线性回归分析及计算机处理法	37
----------------------------------	----

1.7.5 实验报告	38
------------------	----

1.8 实验性污染及其防治	39
---------------------	----

1.8.1 实验性污染物的种类	40
1.8.2 实验性污染的防治	42
1.9 常用化学手册和实验参考书	43
第二章 实验化学基本操作技术	48
2.1 简单玻璃工操作及玻璃仪器的洗涤与干燥	48
2.1.1 简单玻璃工操作	48
2.1.2 玻璃仪器的洗涤与干燥	49
2.2 天平的使用方法 & 称量	50
2.2.1 天平的使用方法	50
2.2.2 称量方法	54
2.2.3 电子天平	54
2.3 标准溶液的配制与标定	55
2.3.1 滴定分析用标准溶液	55
2.3.2 仪器分析用标准溶液	56
2.4 缓冲溶液的配制	57
2.4.1 缓冲溶液的组成及 pH 计算	57
2.4.2 缓冲溶液的选择与配制	57
2.5 实验室制气、净化和钢瓶取气	59
2.5.1 气体的发生	59
2.5.2 气体的净化和干燥	60
2.5.3 气体的收集	60
2.5.4 钢瓶取气	60
2.6 常用有机溶剂的纯化	61
2.7 滴定分析基本操作及常用量器使用与校正	63
2.7.1 滴定分析的量器及基本操作	63
2.7.2 玻璃量器的校正	68
2.8 实验化学中的分离与提纯技术	69
2.8.1 固液分离	69
2.8.2 重结晶	74
2.8.3 升华	78
2.8.4 蒸馏	79
2.8.5 减压蒸馏	82
2.8.6 水蒸气蒸馏	87

2.8.7 分馏	89
2.8.8 萃取分离	91
2.8.9 薄层色谱分离法	94
2.8.10 加热、冷却和干燥	97
2.8.11 重量分析基本操作及有关仪器的使用	101
第三章 物质的物理量及化学常数的测定	105
3.1 熔点的测定——苯甲酸的提纯与熔点的测定 (实验一)	105
3.2 沸点的测定 (实验二)	109
3.3 旋光度的测定 (实验三)	112
3.4 密度的测定 (实验四)	114
3.5 电解质溶液的电导 (率) 测定 (实验五)	116
3.6 液体化合物折射率的测定 (实验六)	118
3.7 摩尔气体常数的测定 (实验七)	121
3.8 平衡常数和分配系数的测定 (实验八)	123
3.9 化学反应热效应的测定 (实验九)	127
3.10 HAc 电离度和解离常数的测定 (实验十)	129
3.11 化学反应速率的测定——测定 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 与 KI 反应的 速率常数 (实验十一)	131
3.12 二氯化铅溶度积的测定 (实验十二)	134
3.13 土壤 pH 的测定 (实验十三)	137
3.14 镁相对原子质量的测定 (实验十四)	139
3.15 凝固点降低法测定物质的相对分子质量 (实验十五)	141
3.16 黏度法测定大分子化合物分子质量——测定高聚物聚乙二醇或 高聚物右旋糖苷 (实验十六)	144
第四章 物质的制备、分离与提纯	148
4.1 硫酸铜的提纯及铜含量的测定 (实验十七)	148
4.2 由工业乙醇制备无水乙醇 (实验十八)	150
4.3 硫代硫酸钠的制备和纯度检验 (实验十九)	152
4.4 从茶叶中提取咖啡因 (实验二十)	154
4.5 从花椒籽中提取花椒油 (实验二十一)	155
4.6 从烟草中提取烟碱 (实验二十二)	157
4.7 从茴香籽中提取茴香油 (实验二十三)	158

4.8	薄层色谱法分离菠菜叶色素 (实验二十四)	160
4.9	柱层色谱分离天然植物色素 (实验二十五)	163
第五章 物质性质与定性分析		165
5.1	电离平衡与沉淀溶解平衡 (实验二十六)	165
5.2	氧化还原反应与电化学 (实验二十七)	170
5.3	配位化合物的形成和性质 (实验二十八)	173
5.4	胶体与吸附 (实验二十九)	176
5.5	水溶液中 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 等离子的 分离和鉴定 (实验三十)	179
5.6	水溶液中 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Zn^{2+} 等离 子的分离和鉴定 (实验三十一)	182
5.7	常见阴离子定性分析 (实验三十二)	184
5.8	醇、酚、醛、酮、羧酸的性质鉴定 (实验三十三)	188
5.9	碳水化合物和蛋白质的性质 (实验三十四)	191
5.10	立体模型组合 (实验三十五)	194
第六章 定量分析		198
6.1	分析天平的称量及量器的校正 (实验三十六)	198
6.2	酸碱标准溶液的配制和标定 (实验三十七)	202
6.3	铵盐中含氮量的测定 (甲醛法) (实验三十八)	205
6.4	食用纯碱中 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 含量的测定 (实验三十九)	207
6.5	食醋中总酸量的测定 (实验四十)	209
6.6	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的配制及亚铁盐中铁含量的测定 (实验四十一)	211
6.7	KMnO_4 标准溶液的配制与标定及过氧化氢含量的测定 (实验四十二)	212
6.8	高锰酸钾法测钙 (实验四十三)	214
6.9	沉淀滴定法测定可溶性氯化物中氯的含量 (实验四十四)	216
6.10	碘量法测定胆矾中 Cu 的含量 (实验四十五)	218
6.11	水中化学耗氧量 (COD) 的测定 (实验四十六)	220
6.12	EDTA 标准溶液的配制和标定及水的总硬度测定 (实验四十七)	222
6.13	含碘盐中碘含量的测定 (实验四十八)	224

6.14	漂白粉中有效氯含量的测定 (实验四十九)	225
6.15	电位滴定法测定醋酸的 K_a 值 (实验五十)	227
6.16	难溶盐的溶解度和溶度积的测定 (电导法) (实验五十一)	228
6.17	磺基水杨酸分光光度法测定铁 (实验五十二)	231
6.18	分光光度法测磷 (实验五十三)	233
6.19	游离 α -氨基酸含量的测定 (实验五十四)	234
6.20	直接电位法测定水中微量氟 (实验五十五)	237
6.21	原子吸收分光光度法测定豆粉中的铁、锌、铜 (实验五十六)	239
6.22	气相色谱法测定酒和酊剂中乙醇含量 (实验五十七)	242
6.23	荧光光度法分析测定维生素 B_2 的含量 (实验五十八)	245
6.24	高效液相色谱法测定天然海藻中的水溶性维生素 (实验五十九)	248
第七章	有机化合物的合成与结构分析	251
7.1	苯甲醇和苯甲酸的合成 (实验六十)	251
7.2	正丁醚的合成 (实验六十一)	253
7.3	正丁醛 (氧化剂法) 的合成 (实验六十二)	256
7.4	苯乙酮的合成 (实验六十三)	258
7.5	己二酸的合成 (实验六十四)	260
7.6	乙酸乙酯的合成 (实验六十五)	261
7.7	乙酰苯胺的合成 (实验六十六)	264
7.8	苯氧乙酸的合成 (实验六十七)	266
7.9	1-溴丁烷的合成 (实验六十八)	268
7.10	乙酸丁酯的合成 (实验六十九)	270
7.11	溴苯的合成 (实验七十)	272
7.12	对甲苯磺酸钠的合成 (实验七十一)	274
7.13	乙酰乙酸乙酯的合成 (实验七十二)	276
7.14	邻硝基苯酚和对硝基苯酚的合成与分离 (实验七十三)	278
7.15	肉桂酸的合成及结构分析 (实验七十四)	280
7.16	紫外吸收光谱法测定苯甲酸、山梨酸和未知物 (实验七十五)	282
7.17	红外光谱法测定聚苯乙烯薄膜 (实验七十六)	285
7.18	色谱—质谱联用法分离和鉴定大蒜中的有效成分 (实验七十七)	286

第八章 综合实验及自行设计实验	290
8.1 硫酸亚铁铵的制备及纯度检验 (实验七十八)	290
8.2 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备、组成分析及性质 (实验七十九)	294
8.3 新鲜蔬菜中 β -胡萝卜素的提取、分离和测定 (实验八十)	297
8.4 从奶粉中分离酪蛋白、乳糖和脂肪 (实验八十一)	299
8.5 氟离子选择电极测氢氟酸电离常数 (实验八十二)	301
8.6 从肉桂皮中提取肉桂油及其主要成分的鉴定 (实验八十三)	305
8.7 细胞色素C的制备及测定 (实验八十四)	309
8.8 自行设计实验(1)——未知无机化合物溶液的分析 (实验八十五)	311
8.9 自行设计实验(2)——未知有机化合物溶液的分析 (实验八十六)	312
8.10 自行设计实验(3)——粗食盐的提纯 (实验八十七)	312
8.11 自行设计实验(4)——葡萄糖注射液中葡萄糖含量的测定 (实验八十八)	313
第九章 计算机辅助化学实验	315
9.1 模拟有机化学常用仪器及基本操作 (实验八十九)	316
9.2 有机化学基本操作的模拟 (实验九十)	319
9.3 有机合成实验模拟 (实验九十一)	321
9.4 模拟有机化合物性质实验 (实验九十二)	323
9.5 模拟滴定实验 (实验九十三)	326
9.6 实验数据的计算机处理和分析	328
附录 I 化学实验室中的常用仪器	332
附录 II 常用数据	362
主要参考文献	381

实验化学概况

化学是研究物质的性质、组成、结构、变化和应用的学科，是一门历史悠久又富有活力的实践性极强的学科。而实验化学则是伴随化学学科的迅速发展以及高等院校化学课程体系改革，由化学学科的化学分支学科所包含的化学实验中分离出来，经高度综合后形成的一个有自身特点的新的化学实验课程体系，它的发展史也就是化学学科的发展历史。

● 化学实验的历史与新世纪的实验化学

人类的化学实践，在历史上很早就开始了。从火的利用，到烧制陶瓷、冶炼金属以及酿酒、造纸、染色等工艺的出现，都是古代实验化学的发展。我国是世界上化学工艺发展最早的国家之一，优美的陶瓷制品是中国对世界文明的一大贡献。在铜、铁、银、锡、铅、锌、汞等金属的冶炼史上中国均居于世界的前列。中国在四千多年前就利用酒曲酿酒。中国古代的本草和炼丹术也是世界闻名。火药则是中国的四大发明之一。

17 世纪后期，英国著名科学家波义耳（Boyle）通过大量的化学实验，提出了科学的元素概念，为近代化学的发展指明了方向。此外，波义耳指出：实验和观察方法是形成科学思维的基础，化学必须依靠实验来确定自己的基本规律。他把比较严密的实验方法引入化学研究，为使化学成为一门实验科学打下了基础。1803 年，英国化学家道尔顿（Dalton）分析了碳的两种氧化物（一氧化碳和二氧化碳），而后进一步分析了甲烷和乙烯，通过总结前人的研究成果和自己的实验验证，明确地提出倍比定律，并以此论证其原子学说。1811 年，意大利物理学家阿伏加德罗（Avogadro）又提出了分子的概念，1860 年，正式建立了分子学说。1869 年，俄国著名化学家门捷列夫（Mendeleev）提出了元素周期律。19 世纪末期，由实验取得的阴极射线、X 射线和放射性三大重要科学发现，证明原子是可分的并且有复杂的结构。

进入 20 世纪以后，化学实验不仅在认识物质的组成、结构、反应、合成和测试等方面都有了长足的进展，而且在理论方面取得了许多重要成果。在无机化学、分析化学、有机化学和物理化学四大分支学科的基础上产生了许多新的化学分支学科。

在结构化学方面，应用量子力学研究分子结构，产生了量子化学，逐步揭

示了化学键的本质, 化学反应理论也深入到微观境界。应用 X 射线可以洞察物质的晶体结构, 研究物质结构的谱学方法也由光谱扩展到核磁共振谱、光电子能谱等。电子显微镜放大倍数不断提高, 人们已经可以直接观察分子的结构。

经典的元素学说通过元素放射性的发现而产生深刻的变革。从同位素的发现到人工核反应和核裂变的实现、中子和正电子及其他基本粒子的发现, 使人类的认识深入到亚原子层次, 由此放射化学和核化学等分支学科相继产生, 元素周期表中的元素扩充到 112 种。

在化学反应理论方面, 经典的、统计的反应理论已进一步深化, 逐渐向微观的反应理论发展, 用分子轨道理论研究微观的反应机理。分子束、激光和等离子技术的应用, 使化学动力学深入到单个分子或原子水平的微观反应体系。计算机技术的发展, 使得化学统计、化学模式识别和化学模拟实验都得到较大的进展。

实验化学的分析方法和手段是化学研究的基本方法和手段。经典的成分和组成分析方法仍在不断改进, 发展出许多新的分析方法, 可以深入到进行结构分析, 各种活泼中间体的直接测定。分析灵敏度从常量发展到微量、超微量、痕量。分离手段也不断革新, 离子交换、膜技术, 特别是各种色谱法得到迅速的发展。各种分析仪器, 如质谱仪、极谱仪、色谱仪广泛应用并实现微机化、自动化。

在无机合成方面, 氨的合成开创了无机合成工业, 而且带动了催化学, 发展了化学热力学和反应动力学。后来相继合成了红宝石、人造水晶、硼氢化合物、金刚石、半导体、超导材料和多种配位化合物, 稀有气体化合物的合成成功又向化学家提出了新的挑战。无机化学在与有机化学、生物化学、物理学等学科相互渗透中产生了有机金属化学、生物无机化学、无机固体化学等新兴学科。

酚醛树脂的合成, 开辟了高分子科学领域, 高分子化学得以迅速发展。各种高分子材料(塑料、橡胶和纤维)的合成和应用, 提供了多种性能优异且成本较低的重要材料, 成为现代文明的重要标志。

20 世纪是有机合成的黄金时代, 一方面, 合成了各种具有特殊结构和特种性能的有机化合物; 另一方面, 合成了从不稳定的自由基到有生物活性的蛋白质、核酸等生命基础物质。有机化学家还合成了复杂结构的天然有机化合物, 如吗啡、血红素、叶绿素、甾族激素、维生素 B₁₂ 和有特效的药物(如磺胺、抗生素等)。在 20 世纪, 新化合物的数目从 55 万种增加到 2 000 万种以上。

20 世纪以来, 随着科学技术的飞速发展, 化学与其他学科间的相互交叉

与渗透日益加强,使化学分支学科越来越多。各分支学科的化学实验也处于分割状态。在化学教学过程中,这种分割式的化学实验课程体系,在内容上易导致重复或脱节,难以顾及横向综合,而且化学实验的系统性差,大大削弱了化学实验作为化学课程的内涵体系的共振效应。这种课程体系既不适应市场经济条件下通识型人才的培养,也不适应知识经济时代对创新人才的培养与造就,更不适应自然科学走向高度综合的发展趋势。21世纪科学发展的特点是各学科纵横交叉解决实际问题,其中化学自身各分支学科的融合尤其是相关化学实验内容的融合也是学科发展的现代要求。因此,近十多年来,全国许多农、林、水产院校加大化学实验的改革力度,将普通化学、有机化学、分析化学、物理化学和仪器分析等各个学科的实验融合为一门新的独立开设的基础实验课——实验化学。这种将实验化学教学从理论化学教学中脱离出来,不是作为一门理论化学课程的附属部分,而是目前国际、国内先进院校强化实践教学的一种模式。实践证明,通过这种模式的实验化学教学,不仅可加强学生的实验设计能力,而且有利于提高学生综合运用化学知识的能力和科研素养的培养和训练,与目前培养综合型、设计型、复合型人才的目标相符合,具有较高的现实意义。

● 实验化学的教学功能和特点

实验化学是高等农、林、水产院校有关专业必修的一门重要基础课,是为了适应21世纪高等农、林、水产院校对本科生人才的化学素质、知识和能力的要求以及我国经济、科技发展和学生个性发展的需要而开设的一门实践性课程,其教学功能是通过实验化学的学习获得化学学科相关的化学实验基础理论、基本知识和基本操作技能,使学生逐步学会对实验现象进行观察、分析、联想思维和归纳总结,培养学生独立操作和分析、解决问题的能力。培养学生严肃、严密、严谨的科学态度和良好的实验素养,以开拓学生智能,并为有关的后继课程和将来从事的专业工作奠定坚实的基础。

实验化学以介绍化学实验原理、实验方法、实验手段及实验操作技能为主要内容。在教材内容和结构安排上,既要满足面向21世纪人才培养的需要,又考虑到目前我国高等农业院校的现状和实际;既要有本门课程自身的系统性、科学性和独立性,又照顾到与有关化学课程及其他专业课程的衔接与联系。本门课程与现有的其他化学课程是相互独立、相互配合、相互补充的关系,因此既可单独作为一门课程独立开设,也可以照顾到目前大多数院校化学分设教研室的现实作为有关化学理论课的配套教材使用。实验化学的教学特点是除了做到“体系重组,融会贯通”之外,还注重教学内容的系统性、先进

性、新颖性和实用性。

1. 系统性 教学内容和教学方法遵守由浅入深、由简到繁、循序渐进的规律,以操作技能的系统训练为主线,教学内容基本上由五大部分组成——化学实验基础、化学常规实验技术、基础仪器分析技术、化学综合应用实验技术及计算机在化学实验中的应用,并以近百个代表性、趣味性、新颖性和实用性较强的实验为基础,贯穿于简单的玻璃工技术、物质理化性质的检验技术、物质的分离与提纯技术、实用无机及有机合成及检测技术、滴定分析技术、重量分析技术、色谱分析技术、其他基础仪器分析技术、未知物定性和定量分析的实验设计与测定技术、农副产品的深加工技术、天然有机产物的分离、纯化与结构鉴定技术以及计算机模拟化学实验技术等与农业科学相关的实验技术。其目的是使学生通过本教材的学习,可对实验化学的基本知识和技能有一个较为全面和系统的了解,同时对如何从事科学研究,获取实验数据有一个较为清晰的轮廓。可以说,掌握了上述实验技术,就掌握了分析和解决从事农业生产和生物研究过程所遇到的实际化学问题的基本方法和技能。

2. 先进性 现代自然科学发展的特征就是从高度分化走向高度综合。高度分化是科学技术高度发展的结果,高度综合又是学科相互渗透成为一个有机整体的必然趋势。实验化学将传统的普通化学实验、有机化学实验、分析化学实验、仪器分析实验、物理化学实验有机地融合为一体,并增加辐射面宽、知识容量大、实用性及可操作性强的综合实验和计算机模拟化学实验技术。由于引进了计算机在化学实验中的应用,介绍了具有启发性和代表性的计算机模拟化学实验,从而体现化学实验的先进性并增强化学实验的整体感和时代气息。

3. 新颖性 长期以来,由于专业划分过细,导致了学生对相邻或相关化学实验了解甚少,或“支离破碎”,因此,培养出的学生思维单一,模式化,“只见树木,不见森林”,缺乏化学实验技能的系统训练和知识串联的能力,难以进行综合研究和开发。尤其是考上研究生的学生,在进行深层次的科学研究过程中,常感实验知识和技能的缺乏而力不从心。而知识经济时代,思维方式应具有综合性、多样性、开放性和创造性。因此,实验化学的实验内容充分体现了现代知识和技术的综合化、多样化和信息化,以求培养学生的创新精神、创新观念和创新能力。其特点是:

(1) 减少以往各分支学科中的验证性实验,增加应用性、趣味性实验内容,进而使实验内容多样化。

(2) 增加综合实验内容,使实验的知识容量大,辐射面宽,化学理论知识和实验技能的综合性强,具有一定的可研究性。同时,通过综合实验,检验学生所学的理论知识 and 基本操作技术能否用来解决和分析生产、生活实际问题,

培养学生综合应用能力。

(3) 在实验化学中引进计算机在化学实验中应用的实验内容, 不仅有利于学生了解计算机在化学实验中的应用概况、熟悉计算机的编程和操作、模拟实验操作和进行实验数据的计算机分析和处理, 而且还可帮助学生获取一些化学前沿的实验科学知识。

● 实验化学的教学内容和教学方法

实验化学的教学内容涉及面很广, 许多内容直接与农业、林业、水产业生产实践和生物科学研究相联系, 采用的实验材料涉及水、土壤、肥料、兽药、农药、食品和饮料等, 甚至天然产物(如花椒、棉籽、茶叶、烟草)。实验化学作为新开设的独立课程其基本内容应包括:

(1) 实验原理。即进行一个实验需要提供的化学原理与实验依据。

(2) 实验技术。即采用的实验手段。包括现代化仪器设备的基本操作和使用技术以及敏锐的观察力和综合分析能力。

(3) 实验方法。即达到实验目的采取的途径。实验方法要以必要的原理与技术为背景, 但对具体实验而言, 其方法的设计一般有很灵活的特殊性和技巧性。

(4) 具体的实验项目。它是体现实验原理、技术、方法的载体。通过实验项目的实践验证理论, 发展理论。

对于实验化学的教学, 着重选取实验原理与方法为主线并贯穿于整个课程之中。其内容概括为, 基本操作技能、化学反应与分析、物质分离与鉴定、物理量测量、数据处理与误差分析和计算机技术应用六个方面。由课程内容结构框架(图0-1)可以看出, 所有实验化学课程内容经整体优化组合都落入由上述六个方面组成的普适性框架派生出来的六个实验版块之中。这六大版块是物质性质研究、化合物制备、物质组成分析与结构分析、物理量和常数测定、综合实验和自行设计实验。因此, 实验化学的教学应根据此框架安排每学期的教学, 力求达到缩减学时, 学以致用, 提高实验化学教学的质量与层次。这就要求:

(1) 加强实验原理的教学。提高实验课的理论思维, 使学生能系统地掌握实验方法与技术的共性, 重点讲授与实验内容配套的相关内容, 给学生一个比较系统与完整的化学实验知识。通过实验化学的教学使学生懂得生产来自科学实验, 利用科学实验的结果指导生产, 没有科学实验就没有生产。一切重大科技成果, 几乎都是建立在科学实验的基础上的, 是人类运用先进的科学实验方法和实验手段获得的。

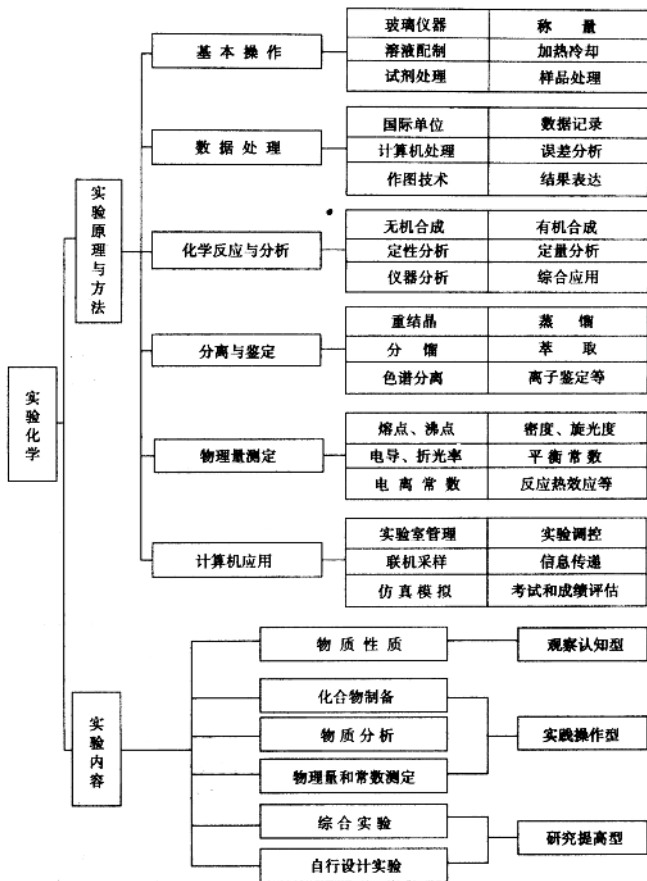


图 0-1 实验化学框架图

(2) 切实加强基本操作技能的训练。在实验课时的安排中, 应有足够的实验内容保证, 提供反复训练、熟能生巧的机会。在实验中尽量创造条件让学生独立完成实验全过程, 有效地加强动手能力的培养。实验化学是一门实验科