

高等农业院校試用教材

无机及分析化学

北京农业大学編

农学类各专业用

农业出版社

高等农业院校试用教材
无机及分析化学
北京农业大学编

农业出版社出版
北京老钱局一号

(北京市书刊出版业营业登记证出字第106号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

农业出版社印刷厂印刷

统一书号 K13144·85

1961年8月北京制型	开本 787×1092 毫米
1961年8月北京初版	十六分之一
1965年12月北京第四次印刷	字数 449千字
印数 40,801--42,300册	印张 二十又八分之一
	定价 (科三) 一元六角

序

本书是根据北京农业大学无机及分析化学教研组編的“无机及分析化学”一书(1958年高等教育出版社出版)重新編写的。改編后,本书仍保留了原书的特点,但在无机化学基本理論、元素各論以及定性、定量分析部分都作了必要的补充和提高,并尽量删节了与中学化学重复的内容。

为了适应农业生产和科学研究的需要,改編时对于无机化学基本理論部分,特别是物質結構、化学反应速度和化学平衡等章,有所扩大和加深,并适当地反映了近代科学的成就和水平。

其次,本书增添了分析化学概論、沉淀及絡合滴定法、比色分析法、农业样品的分析等四章,借以满足专业要求和加强学生对于分析化学,特别是定量分析的系統概念。

第三,关于过去感到与中学化学重复較多、内容感到比較枯燥的元素各論部分,我們认为应该积极地从密切联系农业生产实际方面去充实和提高它,而不能有所偏废。农业生产过程中蘊藏着許多化学变化,元素及其化合物的性質、結構等問題,这就要求我們在化学基础課程中有适当的解决;同时,为了使同学較全面地掌握无机化学的知識,以及它跟各学科和各生产部門之間的联系、从理論上加深对一些元素特性的解释,并介紹一些有关的近代尖端科学技术知識也是必要的。

第四,定性分析部分删节了不符农业生产实践需要的硫化氢系統,采取了簡捷的分別分析方法。在有关元素的各章节中分別介紹阴、阳离子的鑑定方法以后,再加以总结归納,以利于学习的巩固和提高。

本书最后列入“农业样品的分析”一章,以求在无机化学的理論基础上系統地联系和巩固专业需要的定性、定量分析知識,并为今后专业分析課程、科学研究工作和解决有关生产問題等打下基础。

根据上述要求,改編时决定仍旧采用原书的体系,即:定量分析結合无机化学的基本理論講述;定性分析結合元素各論講述。这样,可以达到在較少的学时(140—180学时)内既能加强定量分析的学习,又能使定性分析密切联系元素特性和生产实践的目的。然而,把定量分析安排在課程的前半部,在教学上是会发生一定的困难的。除了本书已力图加强闡述分析化学的系統概念以外,还需要教师在各个教学环节中充分發揮教师的主导作用和学生的主观能动性,加强基本概念的建立和基本操作技术的訓練。

考虑到农学、畜牧等不同类型的专业对本課程的内容和深广度的要求各有不同,学时也不一致,故书中將較深入的以及和个别专业有关的内容一律用小字排印,以便教师根据专业要求和具体情况作适当的取舍。

在改編工作中,我們得到南京农学院、西北农学院、沈阳农学院、山东农学院、山西农学

院、湖南农学院、西南农学院和河北农业大学等兄弟教研组提出了不少宝贵意见,尤其是南京农学院和西北农学院还派了教师参加改编工作,谨此深致谢意。

由于编者水平所限,改编又很急促,本书在各方面的缺点和错误在所难免,敬希读者和各院校兄弟教研组随时提出意见,以便日后改正。

北京农业大学无机及分析化学教研组

1961年4月

目 录

序

第一章 緒論	1
§ 1-1 化学研究的对象和方法	1
§ 1-2 化学的重要性	2
§ 1-3 我国化学的发展簡况	4
第二章 物質結構	9
§ 2-1 原子-分子論	9
§ 2-2 原子結構	14
§ 2-3 化学鍵	19
§ 2-4 简单分子的类型	27
§ 2-5 分子和离子的极化	28
§ 2-6 固体的結構	31
第三章 氫、氧、水	35
§ 3-1 氫	35
§ 3-2 氧和臭氧	36
§ 3-3 水	38
§ 3-4 过氧化氫	46
第四章 化学反应速度和化学平衡	48
化学反应速度	48
§ 4-1 浓度对于化学反应速度的影响	48
§ 4-2 溫度对于化学反应速度的影响	49
§ 4-3 催化剂对于化学反应速度的影响	51
§ 4-4 其他因素对于化学反应速度的影响	53
§ 4-5 光化反应和光合作用	56
化学平衡	59
§ 4-6 可逆反应和化学平衡	59
§ 4-7 化学平衡的移动	61
§ 4-8 热化学概念	64
第五章 溶液	67
§ 5-1 分散系	67
§ 5-2 胶体溶液	68
§ 5-3 溶度	71

§ 5-4 溶液的浓度	73
稀溶液的通性	76
§ 5-5 溶液的蒸气压	76
§ 5-6 液溶的沸点和凝固点	77
§ 5-7 溶液的渗透压	79
第六章 电离和离子平衡	82
§ 6-1 电离	82
§ 6-2 电离度	84
§ 6-3 电离常数	86
§ 6-4 水的电离及 pH 值	88
§ 6-5 同离子效应和缓冲溶液	90
§ 6-6 离子反应和离子方程式	94
§ 6-7 酸、碱中和和盐类的水解	96
第七章 分析化学概论	101
§ 7-1 定量分析化学的目的、任务和方法	101
§ 7-2 分析天平	103
§ 7-3 准确度和精密度	106
§ 7-4 样品的采取和调制	109
重量分析	111
第八章 重量分析法	111
§ 8-1 溶度积原理	111
§ 8-2 沉淀的生成、溶解和转化	114
§ 8-3 重量分析法概述	118
§ 8-4 重量分析实例	122
容量分析	124
第九章 中和法	124
容量分析概述	124
§ 9-1 容量分析的原理和方法	124
§ 9-2 容量分析的标准溶液	125
§ 9-3 容量分析的计算和误差	126
中和滴定法	129
§ 9-4 中和滴定法概述	129
§ 9-5 酸碱指示剂	129
§ 9-6 中和法指示剂的选择	131
§ 9-7 中和滴定法实例	134

第十章 氧化-还原滴定法	137
§ 10-1 氧化-还原反应	137
§ 10-2 氧化-还原电位	141
§ 10-3 氧化-还原滴定法概述	145
§ 10-4 高锰酸钾法	146
§ 10-5 重铬酸钾法	147
§ 10-6 碘量法	149
第十一章 沉淀及络合滴定法	152
沉淀滴定法	152
§ 11-1 沉淀滴定法	152
络合滴定法	154
§ 11-2 络合物	154
§ 11-3 络离子的电离平衡	156
§ 11-4 络合反应在分析化学上的应用	156
§ 11-5 络合滴定法概述	157
§ 11-6 金属指示剂	160
§ 11-7 络合滴定法实例	161
比色分析	163
第十二章 比色分析法	163
§ 12-1 比色分析法概述	163
§ 12-2 比色法原理	163
§ 12-3 比色的方法	165
§ 12-4 比色法的误差	169
§ 12-5 比色法实例	170
§ 12-6 比浊法	171
第十三章 元素周期系	173
§ 13-1 门捷列夫周期律	173
§ 13-2 周期系的排布	176
§ 13-3 周期系元素性质递变规律	181
§ 13-4 周期系元素主要化合物性质递变规律	184
§ 13-5 周期系在近代自然科学中的意义	188
§ 13-6 农业上常见元素的定性分析概述	191
第十四章 卤素	195
§ 14-1 卤素的通性	195
§ 14-2 氟及其化合物	197
§ 14-3 氯及其化合物	199

§ 14-4	溴和碘的化合物	201
§ 14-5	类卤素的盐类	202
§ 14-6	卤素离子的鑑定	204
第十五章	氧族元素	206
§ 15-1	氧族元素的通性	206
§ 15-2	硫的存在、性质和用途	207
§ 15-3	硫化氢、硫化物和多硫化物	210
§ 15-4	硫的氧化物和含氧酸	212
§ 15-5	含硫化合物的离子鑑定	216
第十六章	氮族元素	218
§ 16-1	氮族元素的通性	218
氮		219
§ 16-2	氮的存在和性质	219
§ 16-3	氨和铵盐	220
§ 16-4	氮的氧化物和含氧酸	223
§ 16-5	氮肥	227
磷		229
§ 16-6	磷及其化合物	229
§ 16-7	磷肥	232
砷、锑、铋		234
§ 16-8	砷及其化合物	234
§ 16-9	锑、铋及其化合物	236
§ 16-10	氮族元素重要离子 (NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 PO_4^{3-} 、 AsO_3^{3-} 、 AsO_4^{3-}) 的鑑定	237
第十七章	碳族和硼族元素	241
§ 17-1	碳族和硼族元素的通性	241
§ 17-2	碳及其化合物	242
§ 17-3	硅及其化合物	246
§ 17-4	铝及其化合物	250
§ 17-5	硼及其化合物、微量元素	253
§ 17-6	碳酸根 (CO_3^{2-})、硅酸根 (SiO_3^{2-}) 和硼酸根 ($\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$ 、 BO_2^-) 离子的鑑定	255
§ 17-7	农业上常见阴离子的定性分析概述	256
第十八章	碱金属和碱土金属	259
§ 18-1	金属的通性	259
§ 18-2	碱金属和碱土金属的通性	261
§ 18-3	钠和钾的重要化合物	263
§ 18-4	钾肥	265
§ 18-5	镁、钙和钡的化合物	267

§ 18-6 鈉 (Na ⁺)、鉀 (K ⁺)、鎂 (Mg ²⁺)、鈣 (Ca ²⁺)、鋇 (Ba ²⁺) 和鋁 (Al ³⁺) 离子的鑑定.....	270
第十九章 过渡金属.....	274
§ 19-1 过渡金属通性	274
§ 19-2 鉍、錳、鉄和鈷	277
§ 19-3 銅、鋅、汞	284
§ 19-4 其他較重要的过渡金属	288
§ 19-5 重要过渡金属离子的鑑定	289
§ 19-6 农业上常見阳离子的定性分析概述	293
第二十章 农业样品的分析.....	298
§ 20-1 一般物质的分析	298
§ 20-2 农业用水的水質鑑定	302
§ 20-3 土壤 pH 值和速效性氮、磷、鉀的速測	303
§ 20-4 无机肥料的鑑定	304
§ 20-5 农药的鑑定	304
§ 20-6 植物无机成分的鑑定	308
§ 20-7 农业样品中常見元素的測定	308

第一章 緒 論

§ 1-1 化学研究的对象和方法

物质运动的形态是多种多样的,而每种运动形态都有它自己的特点和规律性。化学就是研究物质(实物)的化学运动形态,即它的本性及其化学变化的科学。恩格斯说:“化学可以称为研究种种物体因数量成分改变而发生质变的科学”。^①

化学研究的对象,包括物质的产源、提取、制备,物质的组成、结构、性质、变化以及相关的现象、规律和原因。物质包括实物和场。化学研究的物质是指实物而言,实物是在一定条件下具有一定物理性质的个别物质的一种形态。一般说来,实物有静止质量,亦有运动质量;场只有运动质量,没有静止质量。物质的变化总是从量变到质变,例如元素因原子量的不同而引起质的不同。又例如分子中由于包含原子数目(量)的不同,也会引起质的不同[如原子氧(O)、分子氧(O₂)和臭氧(O₃),在性质上有极大的差别]。自然界中随时随地都在发生着种种化学变化,这些变化都是在一定条件下进行的,例如植物在生长过程中不断的吸取二氧化碳和水,在光和叶绿素存在的条件下,通过极复杂的化学过程而生成碳水化合物,并放出氧。除此以外,人类还有意识地进行着很多化学过程,例如化肥厂合成肥料,钢铁厂将铁矿冶炼成铁和钢等。因此,研究化学也和研究其他科学一样,必须首先承认物质是客观存在的,它是在不断运动、变化和发展中;并且要明确促使事物发展变化的根本原因是由于事物的内部存在着矛盾,而这些矛盾变化又总是和外界的条件有极密切的联系。承认了以上这些主要观点,在研究化学时就必須从实际出发,通过生产实践和大量的实验工作找出这些现象的内在规律,以说明现象;进而运用这些客观规律,使自然界的变化和潜在力量为人类服务,为社会造福。为了要洞察现象及其本质、阐明引起这些现象的原因、确定在什么条件下这些现象可能发生,就必须进行实验,使这些现象在便于研究的条件 and 环境下出现。实验所得的数据和事实,经过分析和综合,可能归纳得出定律。定律是物质在一定条件下发展的某些基本的联系。定律必须经得住实践的考验。实践是检验真理的唯一标准。最后,为了说明所得的定律,把许多现象用一个总的概念概括起来,常常需要提出假说。如果假说不仅可以解释某些现象,而且还可以推导出合乎事实的结论,预测出新的现象,则假说就成为理论,或称学说;否则即須加以修正补充,甚或把它摒弃。由于理论是从实践中综合出来的,所以它能更深入、正确地说明事物现象,并进一步指导实践;而理论本身也要回到实践中去考验,并在新的基础上获得不断发展。应该指出,定律和理论并非绝对正确,而只是接近于真实;接近的程度则相当于一定时期的科学技术水平。但是定律和理论的近似性并不削弱它

^① “联共(布)党史简明教程”,人民出版社,1954年,141页。

們的客觀意义。

在認識自然、了解客觀規律之后，还必須运用这些規律能动地征服自然，改造自然。这就是說，科学要为生产服务，为人民服务。因此，我們学习和研究化学，必須結合专业和生产，为祖国的伟大的社会主义建設服务，为加速到达共产主义社会的美好将来而努力。

这种正确的学习和研究的方法和态度，在毛主席的“实践論”里已作精辟的总结：“通过实践而发现真理，又通过实践而証实真理和发展真理。从感性認識而能动地发展到理性認識，又从理性認識而能动地指导革命实践，改造主观世界和客观世界。实践、認識、再实践、再認識，这种形式，循环往复以至无穷，而实践和認識之每一循环的内容，都比較地进到了高一級的程度。”^①

§ 1-2 化学的重要性

化学，不論在国民經济中、在有关的科学研究中、或者在建立辯証唯物主义世界观中都起着非常重要的作用。

化学在我国社会主义經济建設中的意义

文化是社会的經济和政治的反映，它必須为政治和經济建設服务。化学工作，不論生产、研究或教学工作，也不論是那个化学分支，都必須根据政治和經济建設的实际需要出发。

在国民經济发展中，化学和化学工业起着重大的作用。它与重工业的建設是有密切关系的。例如，在勘探矿藏資源时需要了解地壳中元素的性质及其分布規律；采得的大批样品也須經過化学鉴定，以确定其开采价值；在开采矿石时需要大量的炸藥和雷管；由矿石提炼鋼鉄和有色金屬，本身就是一种化学过程，因提炼时需大量的硫酸、盐酸、氯、純碱和烧碱等。在冶炼过程中还要应用各种化学分析以保証金屬的质量。对于我国盛产的各种元素，如錫、鎢、鉬、錫、硼、氟、稀土金屬等，尤需进行大規模的化学研究，以改进提炼和化学加工方法，并找寻新的用途。在原子能的研究方面，需要提供耐高溫、高压的合金材料、稀有金屬、同位素材料、噴气燃料等，这些材料的研究和創制，也是与化学分不开的。至于基本化学工业——化学肥料、酸、碱、盐、染料、炸藥、橡胶、塑料、化学纖維、油漆、葯剂等工业的建立和发展，以及新产品的試制和工业副产品及废物的利用等問題，則更直接地需要化学的知識和化学工业的技术。

农业是国民經济的基础。保証农业的发展是各門学科的共同責任。無論在农业技术改革中，或是在农业“八字宪法”因地、因时、因作物的运用和貫徹中，化学都起着直接和間接的作用。

具体說来，农业化学的应用主要包括下列各项：

^① “毛泽东选集”，第一卷，第 285 页，人民出版社，1952 年。

- (1) 肥料的施用、土壤的化学改良、污水的利用和合理灌溉;
- (2) 保护植物使不受害虫、病菌、啮齿类动物的侵害(杀虫剂、杀菌剂、杀鼠剂等的利用);
- (3) 调节动植物有机体内部的生理过程(生长刺激剂、抗菌素制剂、愈合剂、抑制发芽剂、枯干剂、脱叶剂、除莠剂等的应用);
- (4) 利用饲养剂和保健剂(维生素、微量元素、兽药的供应,用化学肥料繁殖浮游生物)以提高禽、畜、鱼产品的生产;
- (5) 农牧业产品的保藏和防腐,仓库的消毒;
- (6) 农、林、园、鱼、畜产品的加工及副产品和废物的利用,尤其是动植物原料的综合利用。

由于人民生活水平的不断提高,日常必需品——油脂、盐、糖、酱、茶、酒、酒精、肥皂、碱、染料、化学纤维、皮革、玻璃和塑料制品、保健药品等等的生产必须不断增长,其中有很多是需要通过化学研究而加以生产的。

总之,不论在人民生活水平的提高方面,或是在保卫和平的事业方面,化学都起着极其重要的作用。

化学在农业课程和农业科学研究中的意义

化学在一系列的农业课程和农业科学研究工作中占有重要的地位。显然,化学(包括无机及分析化学、有机化学、生物化学、物理化学等)与土壤学、农业化学、农业化学研究法、植物化学保护、动植物生理学、农园畜产品贮藏加工学、饲料分析等课程有十分密切的关系。例如,学习土壤学必须研究土壤的肥力,土壤的形成、结构、性质、分类、改良、利用等问题,随时都需要各门化学的基础知识。又如学习生理学必须了解有机体的新陈代谢作用,而这正是生物化学研究的主题之一;在研究代谢作用时又必然涉及有机化学、无机及分析化学。因此,这些有关课程就组成一个不可分割的体系。

此外,有一些农业课程或工作看来似乎与化学没有直接关系,但在实际上学习这些课程或从事这些生产和研究工作时也必须具有一定的化学基础。例如,我们改良粮、棉品种,不仅要提高单位面积的产量,还要进一步提高产品的品质。什么是品质,怎样去鉴定,这就涉及化学上的问题。又如研究油料作物或糖类作物在什么时候收割才能获得最高的油、糖产量,以及研究栽培耕作方法和病虫害对于产品质量的影响等问题,也常常需要具备化学的基础知识和技能。

化学在建立辩证唯物主义世界观中的意义

化学的许多基本定律都说明物质的组成和性质的改变是跳跃式的突变,这种质的变化是由量的变化引起的。门捷列夫周期律不仅揭露了元素的性质与其原子量之间的关系,并清楚地表明一切元素是有内在联系的统一整体,它的发展过程是由简单到复杂、由低级到高级的周期性转化。

列宁在说明矛盾的普遍性时,指出原子的化合和分解构成了矛盾的两个对立面。一切

化学平衡都是动态平衡,是反应物和生成物不断往返变化的趋势相等时构成的平衡。这说明物质运动是绝对的,静止是相对的、暂时的、有条件的,更生动地说明了矛盾的对立面的斗争和统一。此外,一种化学理论(例如,原子结构理论、元素周期律、电离理论、强电解质理论等)的建立,也总是通过矛盾的斗争而发展的。另一方面,矛盾也有其特殊性。例如,每个化学反应都是在特定条件下进行的;相同的反应物,在不同条件下可能生成完全不同的生成物。因此,研究各种反应的现象和规律,必须根据具体条件来分析考虑。

辩证规律不是从外面带到自然界中去的,而是在自然中找到了它们,并且把它们从那里抽引出来的。换句话说,唯物主义的世界观不过是对自然界本来面目的了解,而不附加以任何外来的成分。化学正象其他科学一样,在提供生动的例证来协助建立辩证唯物主义世界观方面,起着很重要的作用,反过来说,学习辩证唯物主义和掌握自然界中最普遍的规律,对于化学的学习和研究也是很重要的。

无机及分析化学是在培养农业工作者的过程中首先要学习的一门基础化学课,本课程要用辩证唯物主义的世界观去研究元素及其无机化合物的质和量的组成、结构和性质、制备和利用,以及化学变化的基本原理及其在分析无机物质时的应用。任何一个科学工作者都必须具有广泛的现代科学知识水平,无机及分析化学在这方面起着重大的作用。

作为一门基础课,本课程必须注意它的科学系统性和完整性,加强系统理论和实验操作技术的训练;与此同时,也必须正确地结合专业,紧密联系生产实践。

§ 1-3 我国化学的发展简况

化学和任何科学一样,它的产生和发展主要是由生产力决定的。在原始公社时期,人类在化学上的第一个发明是火(公元前5万年)。以后化学随各个社会发展时期生产力的提高而发展着。本节主要介绍我国化学发展的简况。

我国的科学具有悠久的历史 and 光荣的传统。几千年来,在生产发展过程中,我们祖先积累了不少的有关化学的知识和技术。古代中国不仅在陶瓷、油漆、造纸、印刷、漂染、酿造、食品加工、医药等方面各有独特创造,在与化学直接有关的冶金(包括合金的冶炼)和炼丹(包括火药)方面也有极大的成就。

从远古到战国时代,即公元前2世纪以前,我国人民在实用化学方面已积累了不少知识。三代时(公元前2000多年)已独立发明青铜(铜和锡的合金)的冶炼;战国时代(公元前400年)又独立发明了炼铁的方法。不仅如此,早在战国时代,我国人民已知合金中的组成和成分能引起某种性质(如色泽、硬度等)的差别而予以不同的利用。冶金以外,漂染和发酵、酿造的发展更早,并早有专官管理。把淀粉水解成糖,至迟是周初(公元前1000年)的事。至于制陶业,在新石器时代已有精美的陶器,但在这个时期中分工渐细,更为进步。例如殷代的釉陶和白陶都是举世闻名的。漆的加工和利用也为时甚早,近年在长沙发掘的古墓中就有不少战国时代的漆器遗物。

春秋战国时代(公元前660—260年)我国有不少哲学家如墨子等对自然现象有深刻的注意,在思想界的影响极大。当时从事工艺制作的劳动人民也受到社会上相当的尊敬。这时期中各项技艺的高度成就是有其根源的。

从汉唐到五代,即公元前1世纪到公元后11世纪,许多较大的手工业如盐业和铁业已相当发展。汉代

(公元前 206—公元后 220 年)可称为用铁的全盛时期,邯鄲就是当时的制铁业中心。从文献的推测和近年在陕西出土的汉代长弯柄的铁鋤,可知大約在战国末年就已由鑄铁进到鍛铁和鋼的应用了。在这时期中,沿海的盐业以及漆器、陶瓷和琉璃等业也都很发达。紙的制造更是我国伟大发明之一。有理由相信,在东汉蔡伦改进造纸法(公元 105 年)之前,民間早已有用旧布造纸的方法了。

后魏(公元 500 年左右)賈思勰著“齐民要术”,說明当时的食品加工业,尤其是酿造业已十分发达。我国大概在东汉末年已在南方制造蔗糖,到了唐代又由印度传入白糖和冰糖的制法,制糖技术大为提高,甚至超越西域原法。

現代化学的前身——炼丹术在我国出现最早。远在战国时代就有炼丹的方士。中国的炼丹以鉛汞为主,故称“鉛汞术”。我国早期炼丹家的著作流传迄今的有两部名著,一部是东汉末年魏伯阳(約公元 100—170 年)的“周易参同契”,这是世界上最早的煉丹书,另一部是东晋葛洪(約公元 281—340 年)的“抱朴子”。魏伯阳要比西方的煉丹术早 1 个世紀,葛洪也比阿拉伯的点金术早 4 个世紀,而且西欧的煉丹术与我国的煉丹术很有相似之处,所以有人相信西洋的煉丹术是由中国传去的。

煉丹家的哲学思想虽有它不正确的一面,但他們坚信当物质受热或在相互作用时,它們是可以起某些变化的。经过他們的长期努力,获得了不少的实验方法,如升华、蒸馏、熔化等手續,制得了不少硫化物、氧化物和合金,并探究了操作过程中可能影响結果的各项因素。他們能够根据正面的事实去推求其反面的可能性,然后选择适当的实验来証明它。例如早在西汉时代(公元一世紀),淮南王刘安在“淮南万毕术”(已散佚)中就指出水銀可以从硫化汞制得[“丹砂为瀝”],并发现了金属的取代作用,即当鉄与銅盐作用时,鉄取代了銅离子而生成銅[“曾青(含有碱式碳酸銅)得鉄則化銅”]。魏伯阳在“参同契”中生动地描述了汞的揮发性,它并能与硫化合[“河上姹女(汞),灵而最神,得火則飞(升华),不見埃尘。……将欲制之,黄芽(硫)为根”]。他又說鉛丹可被炭还原为鉛[“胡粉(鉛丹)投火中,色坏还为鉛”]。更可貴的是他已有粗略的化合物概念,特別重視配方比例的重要性[“若……分剂参差,失其紀綱,……愈見乖张”]。

葛洪在“抱朴子”中敘述了比較丰富的化学知識。他曾很好地描述升华提純的操作[“取雌黄、雄黄,烧下,其中銅鑄以为器复之。……百日比器皆生赤乳(As_2S_3 和 As_2S_4 的晶体),长数分”];实验过鉄与銅盐的取代作用[“以曾青涂鉄,鉄赤色如銅”];使用过許多无机



图 1—1 魏伯阳(約公元 100—170)



图 1—2 葛洪(約公元 281—340)

物,如硫、汞、硫化汞、鉛、四氧化三鉛、雌黃、雄黃、硫酸銅、硝酸鉀、石膏、赤鉄矿、明矾石等等为炼丹原料;制得不少硫化物、氧化物、盐类和含有不同比例的銅、鉛、汞、鎳等元素的合金;更可貴的是他发现了化学反应的可逆性。他說,“丹砂烧之成水銀,积变又还成丹砂”,就是說紅色硫化汞加热可分解出汞,而汞与硫又能作用生成硫化汞。他又說,“鉍(鉛)性白也,而赤之以为丹,丹性赤也,而白之以为鉍”,指出了鉛能变为紅色四氧化三鉛,后者又能分解成鉛。也应该指出,这里所謂“赤之”、“白之”,也是想把一种性質轉輸到某一物体中去的“原性”的哲学思想。

火药是炼丹过程中的收获之一,也是我国四大发明之一。早在三国时馬鈞便制造了焰火;隋唐时火药杂戏已很盛行。用硝石、硫磺和木炭混合制成的黑火药是唐代(公元800年左右)炼丹家发明的。后来到10世紀时(北宋)用于軍事,直到元代才传与回回(阿剌伯),輾轉传入欧洲。

此外,值得提出的是,唐代炼丹家馬和在“平龙訣”(散佚在国外)中最早揭露了空气組成的复杂性,并提出制备氧(阴)的方法,发展了燃烧的假設,这假設在实质上是和近代的观点非常相似的。

从宋到明,即公元12世紀到17世紀,这时期中在技术上有更多的进步。冶金方面,在1572—1620年間发明鋅的冶炼和应用;明代是黃銅(銅和鋅的合金)业最盛时期。印刷和陶瓷业也很进步。医药方面的成就很突出,已經普遍地应用极多的无机药物和动植物材料。較完善的巨著是明代李时珍(1518—1593)的“本草綱目”,其中包括的植物药品即数以千計,对于許多金属的硫酸盐、硝酸盐、碳酸盐、氧化物、氯化物等的种类、性質、制备和用途等也都有丰富的記載。值得指出的是,由于生产的要求,在这时期也积累了一些分析化学的概念和知識。例如,俗語“真金不怕火炼”,洗冤录載有民間用銀条檢驗砒和硫的毒性等,都是定性分析的概念和鉴定方法。近代矿物鉴定中采用的粉色或条痕法,我們古代早就广泛应用于金、銀的鉴别。在本草綱目中載有鉴别金子的杂质方法:“和銀者性柔,試石則色青;和銅者性硬,試石則有聲”。又有下列記載:“金有水金、沙金二种,其色七青、八黃、九紫、十赤,以赤为足色”。这种从硬度,粉色来进行鉴别的方法目前仍然使用;至于用声来判断組分和含量的方法,則現代还在研究中,并值得我們进一步钻研。更值得我們注意的是一些和現代研磨分析法原理极为类似的鉴定方法,也早就为我国劳动人民用来鉴别矿物。例如本草綱目中記有“胡粉(鉛矿粉)得雌黃(主要成分为硫化砒)而色黑”。这个作为鉛和砒矿的互相鉴定的方法,完全可以在今天的矿物研磨分析法中采用。在本草綱目中还記載了硫的性質:《魏》独孤白曰,“硫能干汞,見五金而黑,得水銀則色赤也”。这些对硫的性質的描述和現代借硫化物的不同顏色来鉴定金属的概念是极为相似的。近代的焰色反应(§2-3)是一个有发展前途的定性鉴定分析方法,我們的祖先也很早就用来鉴别硝石(主要成分 KNO_3)了。本草綱目記載:梁陶宏景曰,“……以火烧之,紫青烟起”,这和現代以紫色火焰来判定K离子的反应是一致的。

17世紀以后,現代的化学已在欧洲开始发展,但在我国由于长期的封建統治,生产方式一直停滯在小手工业的阶段,阻塞了科学的发展,在炼丹术之后沒有能象欧洲一样出現現代化学的萌芽。

近代化学的传入我国,是在鴉片战争(1840年)前后。我国化学家徐寿(1818—1884年)等人曾系統地譯述了包括无机化学、有机化学、物理化学、分析化学和化学工艺等方面的化学书,并采用了元素譯名的音譯原則。

第一次世界大战期間,我国的民族工业得到了一些发展,使近代科学工作在我国逐步建立起来。在俄国十月革命影响下,1919年爆发了反帝反封建的五四运动,在思想上为我国科学工作的建立扫除了一些障碍。三十年来經過我国化学工作者的辛勤劳动,为我国化学和化学工业打下了一些基础。1923年开始了盐碱工业化学研究,其中侯德榜制碱的研究,突破了当时为国际資本家壟断的制碱工业技术的秘密。分析化学方面,如分析方法的改进、

分析系统的改善以及个别有机试剂的应用;有机化学方面,关于有机合成和激素的研究等均取得了一些成果。物理化学方面,关于分子吸收光谱等的研究也有一定的成就,在化学热力学和立体化学等方面也有人做了一些工作。但是在旧中国,人民受着帝国主义、官僚买办和封建势力三座大山的压迫,帝国主义垄断了中国的市场,工农业生产饱受摧残,自然科学得不到生产力的推动和应有的支持,因而也就没有什么进展。化学也是发展得非常缓慢的,仅有的一些研究工作也大半是脱离实际,脱离生产和只从科学家个人兴趣出发的。在那些年代里,高等学校和科学研究机关不只数量少而且设备非常简陋,象 pH 计、光电比色计等这类普通仪器都不常见,而且在帝国主义倾销政策摧残下,几乎所有实验设备甚至连一根玻璃棒也要依靠进口。这种黑暗和落后的日子随着中华人民共和国的建立已经一去不复返了。

建国以来,我国的国民经济得到了很快的恢复和巨大的发展。早在 1952 年,我国工、农业主要产品都已达到和超过了建国前的最高水平。第一个五年计划期间(1953—1957 年),工、农业总产值有了很大的增长,其中化学工业增长近三倍,以前不能制造的那些化学制品(例如化学纤维、纯化学试剂、橡胶工业用的炭黑、特种水泥和玻璃、各种抗菌素以及某些染料和药品等)已能生产,以前不能自给的那些产品(如纸张和某些医药品等)不仅已能自给,而且可以出口了。1956 年党又提出了关于第二个五年计划(1958—1962 年)的建议,要求在此期间内工、农业总产值有更大的增长,必须加强工业中的薄弱部门(如石油工业、化学工业、无线电工业和和平利用原子能工业)的建设,加强工业中的薄弱环节(如高级合金钢的生产、稀有金属的开采和提炼、有机合成化学工业的建立等),并指出必须大力发展农业,使农业的发展与工业的发展互相协调,满足国家和人民的需要。1958 年党中央提出的“鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义”的总路线已经成为极其伟大的物质力量。现在我们正经历着历史上伟大的飞跃发展时期。随着国民经济的飞跃前进,我国科学事业出现了全面开花的崭新时代,化学也由于获得了新的推动力,发展特别迅速。

我国无机及分析化学发展现状

在工农业大跃进的形势要求下,在大规模建设中,我国开展了规模宏大的地质勘探工作,采集到的大批试样,对分析化学的方法提出了新的要求。在广大的劳动群众和分析工作者的努力下,新的现代的分析方法,不断出现,在生产中发挥了很大作用。由于地质部门的努力,揭示了我国的丰富宝藏,这就要求无机化学做很多工作;特别是在稀有元素的资源利用、新的提炼流程的建立和改进等方面的研究得到迅速发展。例如我国著名的钨矿利用现已研究出从黑钨矿分解得到 99.99% 纯度的 WO_3 ;其他尖端技术如原子能、电子学、喷气技术等所需要的特殊的无机物原材料的制备也取得了不少成果,发展了很多种专门的技术和方法。

近年来,无机及分析化学和其他学科一样,正在迅速地为广大群众所掌握、使用。广大农民已在应用化学的方法解决生产中的问题了,特别在 1958 年工农业生产的大发展中,广大群众与分析工作者一起,大搞技术革新,创立了许多化工生产流程和方法。其中不少是我国新试制成功或创制的产品(流程)。与此同时,还设计了许多简易快速的分析方法和利用较简单的设备进行了生产上的多项测定分析。这种群众性的掌握科学技术的局面,使我国

无机及分析化学的发展推向了一个新的阶段。它不但打破了过去化学的神秘高深的界限,而且在群众大搞科研的过程中,无数的化学工作者正在成长,这样就为无机及分析化学的发展提供了永不衰竭的泉源。

生产的要求推动了化学的迅速发展,而发展中的化学又成为推动生产的有力工具。例如近年来,无机化学方面取得的成就中,如半导体材料、超纯硅、锗的制得;稀土元素分离方法的改进,使十五种达到光谱纯(99.999%以上),各种光谱纯或超纯试剂的生产等等都是生产发展所促成的。而这些工作又反过来把化学工业和各个部门的生产推向更高水平。

又例如在化学分析方法中,快速分析方法的成就很大。由于生产需要,创造了多种快速、精密的分析仪器;上海材料研究所创制了Ⅱ型自动分析仪,能在8分钟内自动测定合金中Mn, Si, P, Ni, Cr, Cu, Ti, V, Mo等九种元素,代替了200多道工序。此外,1960年已试制成功百万分之一的微量分析天平等等。所有以上这些都不是个别的新的成就。这些成就不但能解决生产部门中的实际问题,而且标志着我国无机及分析化学的发展正在大踏步地赶上世界水平。

回顾过去我国化学几千年来发展的历史,我们不能忘记反动统治时代对科学事业所带来的危害。也很清楚地看到共产党的领导和社会主义制度是今天取得伟大成就的根本原因。让我们每一个化学工作者,在中国共产党的正确领导下,依靠总路线、大跃进、人民公社三面红旗的伟大力量,在我国一日千里、高速度发展的工农业支持和推动下,把化学推向更为广阔、美好的未来。