

化工工人中级技术培训教材 第二版

化 学 基 础

蒋玉芝 编

化工工人中级技术培训教材 第二版

化 学 基 础

蒋玉芝 编

化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

化学基础/蒋玉芝编. —北京: 化学工业出版社,
2000

化工工人中级技术培训教材 第二版

ISBN 7-5025-2930-6

I. 化… II. 蒋… III. 化学-技术培训-教材
IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 37693 号

化工工人中级技术培训教材 第二版

化 学 基 础

蒋玉芝 编

责任编辑: 白洁 陈丽

责任校对: 凌亚男

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市燕山印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 15 $\frac{3}{4}$ 插页 1 字数 437 千字

2000 年 9 月第 2 版 2002 年 5 月北京第 8 次印刷

ISBN 7-5025-2930-6/TQ · 1273

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

为了适应社会主义市场经济发展对目前职工教育培训的需要,积极配合化工技术工人进行培训和职业技能鉴定,根据《化工特有工种职业技能鉴定规范》(讨论稿)对中级工应该掌握和了解的有关技术理论知识(应知)和工艺操作能力(应会)的内容,我们对1986年出版的《化工工人中级技术培训试用教材》进行了修订。

在本套书编写过程中,编者多次学习讨论了《化工特有工种职业技能鉴定规范》(讨论稿),在对其内容范围和深浅程度有了充分理解的基础上,兼顾中、高级技术工人在操作技能上的差别及其在基本技术理论知识上的共性特点,并考虑到成人学习的特点,注重理论联系实际,紧紧围绕化工生产的实际和检修维护的特点,由浅入深、由易到难地提出问题、分析问题、解决问题,并例举了生产或计算实例。在文字表述方面注意做到通俗易懂;图表清晰;术语、名词及符号符合新规定。

此次修订删减了部分目前化工企业生产中已淘汰的工艺、设备等方面的内容,增加了近年来在化工企业生产及管理中的采用的新标准、新技术、新工艺、新设备等方面的内容。

在编写过程中,李守忠、刘建中、王锡玉、陈云明、刘勃安等进行了全套书审稿工作。天津大沽化工厂韩玉墀对本书进行了审阅,并提出了宝贵意见。全套书由刘勃安组织,在此一并致谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不足之处,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

2000年6月

目 录

第一章 基本概念	1
第一节 物质	2
一、物质守恒定律和能量守恒定律	2
二、物质的分类	3
第二节 物质的计量	7
一、质量	7
二、体积和密度	8
三、温度和压强	8
四、摩尔和气体摩尔体积	9
第三节 气体和混合气体	12
一、气体的基本定律	12
二、混合气体的性质	15
三、气体的液化	16
第四节 化学方程式及其计算	20
一、化学方程式的配平	20
二、化学方程式的计算	20
三、热化学方程式	23
第二章 原子结构和元素周期律	27
第一节 原子核外电子的运动状态	27
一、原子的组成	27
二、电子云	27
三、核外电子的运动状态	29
第二节 核外电子的排布	33
一、核外电子排布的原理	33
二、原子核外电子的排布	35
第三节 元素周期律	37
第四节 元素周期表	39

一、元素周期表的结构	39
二、周期表中元素的分区	40
三、元素周期表在科学和生产上的应用	42
第五节 元素性质与原子结构的关系	43
一、原子半径	43
二、元素的金属性和非金属性	44
三、元素的化合价	47
第三章 化学键与分子结构	50
第一节 离子键	50
一、离子键的形成	50
二、离子的结构特征	51
三、离子键的特征	53
第二节 共价键	53
一、共价键的形成	53
二、共价键的特征	56
三、共价键的类型	57
四、键参数	58
第三节 配位键和金属键	59
一、配位键	59
二、金属键	60
第四节 杂化轨道理论	61
一、杂化和杂化轨道	61
二、s-p 型杂化	61
第五节 分子的极性	64
第六节 分子间力和氢键	66
一、分子间力	66
二、氢键	67
第七节 晶体的基本类型	69
一、晶体的特征	69
二、晶体的基本类型	70
第四章 溶液	73
第一节 溶液的基本概念	73
一、溶液	73

二、物质的溶解过程	73
三、饱和溶液	74
四、饱和蒸气压	75
第二节 溶解度	75
一、溶解度的概念	75
二、影响溶解度的因素	76
三、关于溶解度的计算	78
第三节 结晶与分离	79
一、结晶与结晶水合物	79
二、混合物的分离	80
第四节 溶液的浓度表示法	81
一、质量分数	82
二、物质的量浓度	83
三、质量摩尔浓度	83
四、物质的量分数（摩尔分数）	83
第五章 化学反应速率和化学平衡	85
第一节 化学反应速率	85
一、化学反应速率的概念	85
二、影响化学反应速率的因素	86
第二节 化学平衡	88
一、可逆反应与化学平衡	88
二、化学平衡常数	89
三、平衡常数的计算	91
第三节 化学平衡的移动	92
一、浓度对化学平衡的影响	93
二、压力对化学平衡的影响	94
三、温度对化学平衡的影响	95
四、催化剂对化学平衡的影响	95
五、化学平衡移动原理	95
第四节 化工生产中最大产率的计算	96
第六章 电解质溶液	101
第一节 电解质的电离	101
一、电解质	101

二、强电解质和弱电解质	101
三、电离度	102
第二节 弱电解质的电离平衡	103
一、电离平衡和电离常数	103
二、关于电离平衡的计算	104
三、同离子效应	106
第三节 多元弱酸的电离平衡	108
第四节 离子反应和离子方程式	109
第五节 水的电离和溶液的 pH 值	112
一、水的电离	112
二、溶液的酸碱性和 pH 值	113
第六节 缓冲溶液	115
第七节 盐类的水解	116
第八节 化学分析中的酸碱滴定法	120
一、常用的酸碱指示剂	120
二、酸碱滴定法应用	121
第九节 难溶电解质的溶解与沉淀平衡	123
一、溶度积常数	123
二、溶度积规则	123
第七章 氧化还原反应和电化学基础	126
第一节 氧化数	126
第二节 氧化还原反应	127
一、氧化还原反应	127
二、氧化剂和还原剂	128
三、氧化还原反应方程式的配平	129
第三节 原电池	131
第四节 电极电位及原电池的电动势	132
一、电极电位	132
二、标准氢电极	132
三、标准电极电位	133
四、影响电极电位的因素	134
五、电极电位的应用	135
第五节 应用电化学	137

一、电解	137
二、金属的腐蚀和防腐	137
第八章 重要元素及其化合物	140
第一节 卤族元素	140
一、卤素的通性	140
二、氯	141
三、氯化氢	143
四、盐酸	143
五、氯的含氧酸及含氧酸盐	144
六、氟、溴、碘及其重要化合物	145
七、卤离子的鉴定	147
第二节 碱金属与碱土金属	147
一、碱金属	147
二、碱土金属	152
第三节 氧族元素	156
一、氧族元素的通性	156
二、硫	157
三、含硫化合物	157
第四节 氮族元素	163
一、氮族元素的通性	163
二、氮和含氮化合物	164
三、磷及其化合物	171
四、化学肥料	174
第五节 碳族元素	176
一、碳族元素的通性	176
二、碳及其化合物	177
三、硅及其重要化合物	182
第九章 重要金属及其化合物	185
第一节 铝及其化合物	185
一、铝	186
二、氧化铝	187
三、氢氧化铝	187
四、铝盐	188

第二节 铜和锌	189
一、铜及其化合物	189
二、锌及其化合物	191
第三节 钛和钒	194
一、钛及其化合物	194
二、钒及其化合物	195
第四节 铬和锰	196
一、铬及其化合物	196
二、锰及其化合物	200
第五节 铁及其化合物	203
一、铁	203
二、铁的氧化物和氢氧化物	204
三、铁的重要盐类	205
四、铁的其他化合物	206
五、铁的冶炼	207
第十章 有机化合物概述	208
第一节 有机化合物的特性	209
第二节 有机化合物的结构	210
一、有机化合物的结构特点	210
二、分子模型和结构式	211
第三节 有机化合物的来源	212
一、煤	212
二、石油和天然气	213
三、农副产品	213
第四节 有机化合物的分类	214
第十一章 烃	217
第一节 烷烃	217
一、烷烃的结构	217
二、烷烃的通式、同系列和同分异构	219
三、烷烃的命名	223
四、烷烃的物理性质	225
五、烷烃的化学性质	227
六、烷烃的来源和制法	230

第二节 烯烃	231
一、烯烃的通式、同系列和同分异构	231
二、烯烃的结构和顺反异构	232
三、烯烃的命名	235
四、烯烃的物理性质	236
五、烯烃的化学性质	236
六、烯烃的来源和制法	241
七、重要的烯烃	241
第三节 二烯烃	243
一、二烯烃的分类与命名	243
二、共轭二烯烃	244
三、异戊二烯与合成橡胶	246
第四节 炔烃	247
一、炔烃的同分异构与命名	247
二、乙炔的结构	248
三、乙炔的物理性质	248
四、乙炔的化学性质	249
五、乙炔的工业制法和利用	252
第五节 脂环烃	253
一、环烷烃的同分异构和命名	254
二、环烷烃的性质	255
三、环烷烃的结构	258
四、环烷烃的来源与制备	258
第六节 芳香烃	259
一、芳香烃的分类	259
二、苯的结构	260
三、单环芳烃的同分异构和命名	261
四、单环芳烃的物理性质	263
五、单环芳烃的化学性质	264
六、苯环上取代反应的定位规律	268
七、稠环芳烃	271
八、单环芳烃的制备和重要的芳烃	272
第十二章 烃的衍生物	275

第一节 卤代烃	275
一、卤烃的分类和同分异构	275
二、卤烃的命名	276
三、卤烷的物理性质	277
四、卤烷的化学性质	278
五、卤烷的制法	280
六、重要的卤烃	281
第二节 醇、酚、醚	283
一、醇	283
二、酚	289
三、醚	294
第三节 醛和酮	296
一、醛和酮的分类和命名	296
二、醛和酮的物理性质	297
三、醛和酮的化学性质	298
四、醛和酮的制备	303
五、重要的醛和酮	304
六、羰基合成	307
第四节 羧酸及其衍生物	308
一、羧酸	308
二、羧酸衍生物	314
第五节 芳香族含氮化合物	325
一、芳香族硝基化合物	325
二、芳香族胺	329
三、重氮化合物和偶氮化合物	334
第六节 脂肪族含氮化合物	339
一、胺	339
二、碳酰胺(脲)	344
三、腈	346
第十三章 高分子化合物	348
第一节 基本概念	348
一、高分子化合物	348
二、高分子化合物的结构	349

三、高分子化合物的特性	350
第二节 高分子化合物的分类与命名	352
一、高分子化合物的分类	352
二、聚合物的命名	353
第三节 高分子化合物的合成方法	354
一、加聚反应	354
二、缩聚反应	355
第四节 重要的合成高分子材料	355
一、塑料	355
二、合成纤维	362
三、合成橡胶	365
四、离子交换树脂	368
附录	370
一、部分物质的标准生成热	370
二、部分难溶物质的溶度积	370
三、部分酸和碱在水溶液中的电离常数	371
四、标准电极电位	373
思考题	379
习题	401
习题答案	427

第一章 基本概念

化学是研究物质的组成、结构、性质、变化以及合成的一门自然科学。化学涉及的内容十分广泛，已成为门类繁多的一门科学。到目前为止化学主要可分为以下几门分支学科。

无机化学：是研究元素、单质和无机化合物的来源、制备、结构、性质、变化和应用的一门学科。

有机化学：是专门研究有机化合物来源、制备、结构、性质、应用及有关理论的一门学科。

分析化学：是研究物质的化学组成、结构、分析方法、测定手段及其原理的一门学科。

物理化学：是应用物理学中的基本原理和方法去研究化学的一门学科。

放射化学和高分子化学的出现又将化学这门科学推向了一个崭新的阶段。

随着科学的发展和各个学科之间的互相渗透，出现了化学与其他自然学科交叉的交界学科和应用学科。例如，生物化学、地球化学、农业化学、工业化学、环境化学等。

化学在科学技术和国民生产中都起着重要作用。研究生命现象，研制新型材料以及探索新的能源；现代农业需要大量的高效肥料、复合肥料、微量元素肥料、高效低毒低残留农药、除草剂、植物生长调节剂、塑料薄膜等；现代工业需要耐高温、耐腐蚀、不燃烧的高分子材料，具有最佳性能的酶催化剂等；现代科学技术和现代国防特殊需要的化工材料和产品，如原子反应堆用的重水，导弹、飞机用的轻质非金属材料，火箭的推进剂等；电子工业用的高纯物质和特纯试剂等，这些产品和材料的生产都要直接用到化学知识。

第一节 物 质

化学研究的对象是物质。那么什么是物质呢？物质是指客观实在的东西。世界是由物质组成的，我们周围的一切都是物质。从天上的太阳、月亮、星星，到地上的土壤、岩石、水、空气以及动物和植物；从生活中使用的各种家具到生产中使用的压缩机、泵、换热器、煤、石油、矿石、塑料、合成纤维和化肥等，这些都是物质。大的物质肉眼可以看到，小的物质肉眼看不见，如电子、质子、光子、原子等。

一、物质守恒定律和能量守恒定律

物质的一个重要特征是在不停地运动、变化着。当一块金属铜在空气中燃烧时，它与空气中的氧化合。可以证明，在称量仪器精密度的范围内，产物（氧化铜）的质量等于反应物（铜和氧）质量的总和。物质的这种变化符合物质守恒定律。即反应中一些物质变成另一些物质，但变化前后的物质质量之和是相等的。

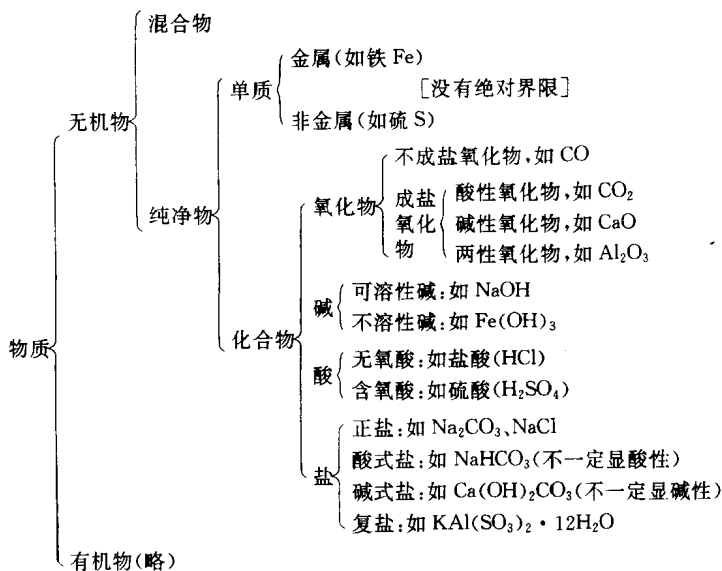
物质的变化和运动总是伴随着各种能量的变换，能量可以由一种形式转变为另一种形式。木柴燃烧发出光和热，化学能转变为热能和光能；植物进行光合作用，光能转化为化学能；水轮机带动发电机发电使机械能转变为电能；电动机带动水泵把水抽到高处，电能又转化为机械能。各种能量都可以为人类作出贡献，都具有做功的本领。因此，能量可以定义为做功的本领。

在化学变化中总是伴随着化学能转化成其他形式的能，或是其他形式的能转化成化学能。同样，电能、热能、动能、势能等之间也可相互转化。但在任何变化中所包括的全部能量在变化完成后都以一定的形式出现。这个事实可表示为能量守恒定律：能量是不能自生自灭的，但它可以变换形式，变化前后的总能量是相等的。

在一般的化学反应中，也发生着质量与能量的互相转化。例如，在原子的核反应中，铀元素裂变反应后变成了质量较小的钡元素，而失去的一部分质量转化成能量了。所以物质的质量和能量之间有着密切的联系。我们可以把质量守恒定律和能量守恒定律合并成如下的结论：在宇宙中可用的物质和能量的总数量是固定不变的。

二、物质的分类

物质的分类如下所示。



1. 混合物和纯净物

物质是由分子构成的，从组成物质的分子的种类，可以把物质分为混合物和纯净物。由同一种分子构成的物质叫纯净物。由两种以上不同种分子构成的物质叫做混合物。混合物没有固定的组成和性质。混合物组成发生变化，它的性质也就随着变化。如盐水是混合物，它的沸点就随着盐水中氯化钠的含量增加而升高。混合物中各组成物质仍保持其独立的性质。

化学上研究和叙述物质的性质时，一般都是指纯净物。完全纯净的物质是没有的。化学上往往根据物质纯度的高低，将纯净物质分为光谱纯、优级纯、分析纯、工业纯等级别。

根据组成物质的元素是否相同，纯净物又分成单质和化合物。由同种元素组成的纯净物叫单质。由不同种元素组成的纯净物叫做化合物。

2. 有机化合物和无机化合物

有机化合物简称有机物。最早，有机化合物是指从动植物体内取

得的物质。现在是指除一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐等少数简单含碳化合物以外的其他含碳化合物。有机化合物的特点是：熔点较低；对热不稳定、容易燃烧；难溶于水、易溶于有机溶剂；反应较慢；普遍存在同分异构现象。以前，有机化合物来源于动植物，现在有机化合物的重要资源是煤、石油、天然气。许多有机化合物可以通过人工方法合成出来。

无机化合物简称无机物。一般指除碳以外的各种元素的化合物。无机化合物的分类及其性质分述如下。

(1) 氧化物 由氧元素和另一种元素组成的化合物叫做氧化物。根据化学性质的不同，氧化物又分为以下几种。

① 碱性氧化物：凡能与酸反应生成水的氧化物叫做碱性氧化物。如 Na_2O 、 CaO 等。其主要化学性质如下。

a. 与水反应生成碱。例如： $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$

b. 与酸反应生成盐和水。例如： $\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

c. 与酸性氧化物反应生成含氧酸盐。例如： $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$

② 酸性氧化物(或称酸酐)：凡能与碱反应生成盐和水的氧化物叫做酸性氧化物。如 CO_2 、 SO_3 等。其主要化学性质如下。

a. 与水反应生成含氧酸。例如： $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

b. 与碱反应生成盐和水。例如： $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

c. 与碱性氧化物反应生成含氧酸盐。例如： $\text{Na}_2\text{O} + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3$

表 1-1 为酸性氧化物与碱性氧化物的对比。

表 1-1 酸性氧化物与碱性氧化物对比

项 目	酸性氧化物	碱性氧化物
性质特征	能跟碱起反应生成盐和水	能跟酸起反应生成盐和水
组成特征	主要是非金属的氧化物	金属的氧化物
与水作用情况	大多数能与水化合生成含氧酸	大多数不能跟水直接化合,有些碱性氧化物能跟水化合生成碱
制法	1. 非金属跟氧直接化合; 2. 含氧酸盐加热分解	1. 金属跟氧直接化合; 2. 含氧酸盐加热分解; 3. 碱加热分解