

化工工人中级技术培训试用教材

化 学 基 础

韩玉墀 主编

化 学 工 业 出 版 社

化工工人中级

化学基础

韩玉擢 主编

化学工业出版社

前 言

为了落实中共中央 国务院《关于加强职工教育工作的决定》，搞好化工工人中级技术培训工作，我们根据化工部教育司，劳资司（84），化教中字第 101 号文件颁布试行的化工工人中级技术理论培训的教学计划和教学大纲中所制定的《化学基础》教学大纲编写了本书。

《化学基础》是以无机化学和有机化学为主，简要地介绍了一些物理化学和分析化学的内容。它是化工中级操作工人必修的基础课。通过本课程的学习使学员在原有的初中化学知识基础上，比较系统地掌握化学的基本理论和基本知识，培养工人分析和解决一般化学实际问题的能力，为学习化工基础课和专业课打下基础。

在编写过程中，我们认真考虑了中级技术工人培训的特点，在保证学科的科学完整性的前提下，坚持了“少而精”的原则。在编写方法上注意了少写抽象理论，多写实际知识；少写定量的，多写定性的；对公式少推导，多叙述；在文字上力求通俗易懂，由浅入深，尽量符合工人的特点，在每章后附有各章小结和练习题。

根据大纲的要求，本书全部内容为 210 学时，各企业可按其实际需要选讲或适当增减。

本书的第一、二、五章和附录由天津大沽化工厂韩玉墀编写；第三、六章由天津大沽化工厂睦银梅编写；第四、七章由天津大沽化工厂秦德成编写；第八、九、十章由天津大沽化工厂白素荣编写。全书由韩玉墀主编、由天津市化工局

教育处尹春起主审，

编写过程中曾向一些高等院校、技校教师以及工程技术人员和试讲单位的教职工广泛征求意见，许多同志对本书提出了不少建设性的意见，在此谨向这些同志表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，缺乏经验和水平有限，书中一定有不少缺点和错误之处，希望读者予以批评指正。

编者

1986.3

目 录

第一章 基本概念	1
第一节 物质	1
一、什么叫化学	1
二、物质和能量	1
三、物质的变化和性质	4
四、物质的组成	4
五、物质的分类	7
六、无机物的分类	9
第二节 物质的测量	14
一、质量和重量	14
二、体积和密度	15
三、温度和压强	17
四、原子量、分子量和摩尔	20
五、化合价和当量	26
六、物质测量中的常见单位	31
第三节 化学方程式及其计算	33
一、化学方程式	33
二、热化学方程式	36
三、化学方程式的计算	39
第四节 物质状态	41
一、物质状态的变化	41
二、气体分子运动的基本理论	42
第五节 气体的基本定律	44
一、气体的体积与压力的关系——波义尔定律	44

二、气体的体积与温度的关系——盖·吕萨克定律	46
三、气体的体积与其分子数的关系——阿佛加德罗定律	47
四、理想气体状态方程式	48
五、混合气体的性质	55
六、气体的液化	59
本章小结	64
习题一	68
第二章 物质的结构	70
第一节 原子的结构	70
一、原子的组成	70
二、电子的运动状态	71
第二节 原子核外电子的排列	72
一、原子核外的电子运动	72
二、原子核外电子排列	76
第三节 原子的结构与元素的性质	84
一、原子核外的电子排列与元素的性质	84
二、原子结构与元素周期律	86
三、元素周期表	89
第四节 分子结构	95
一、化学键	95
二、离子键	95
三、共价键	98
四、氢键	107
五、金属键	108
六、化合价的本质	103
第五节 氧化还原反应简介	109
一、氧化还原反应定义	109
二、氧化还原反应的配平	112
本章小结	115

习题二	117
第三章 重要元素及其化合物	119
第一节 卤族元素及其重要化合物	119
一、通性	119
二、氯气	119
三、氯化氢和盐酸	122
四、氟、溴、碘及其重要化合物	123
第二节 氧族元素及其重要化合物	124
一、通性	124
二、硫	125
三、硫化氢	125
四、三氧化硫和硫酸	126
五、二氧化硫和亚硫酸	129
第三节 氮族元素及其重要化合物	131
一、通性	131
二、氮气	131
三、氨和铵盐	132
四、二氧化氮和硝酸	135
五、磷及其重要化合物	138
第四节 碳族元素及其重要化合物	140
一、碳	140
二、碳的氧化物	142
三、碳酸和碳酸盐	143
四、硅及其重要化合物	144
五、锗、锡、铅	146
六、分子筛简介	147
第五节 硼族元素及其重要化合物	149
一、铝	149
二、铝的主要化合物	151

第六节 碱土金属及其重要化合物	152
一、通性	152
二、镁及其重要化合物	153
三、钙及其重要化合物	154
四、硬水及其软化	155
第七节 碱金属及其重要化合物	156
一、通性	156
二、钠的重要化合物	157
第八节 重要的副族元素	159
一、通性	159
二、铁及其重要化合物	159
三、铜	163
四、锌	164
五、镉	165
六、锰	166
七、钛	167
第九节 络合物简介	168
一、络合物的概念	168
二、络合物中的化学键	170
三、络合物的命名	171
四、络合离解平衡及络合物的稳定性	172
五、络合物的重要性	174
习题三	174
第四章 溶液及相平衡	179
第一节 溶液的基本概念	179
一、溶液	179
二、饱和溶液	180
三、饱和蒸气压	181
第二节 溶解度	182

一、溶解度的定义	182
二、影响溶解度大小的因素	183
三、溶解度的计算	185
第三节 溶液的浓度	187
一、溶液的浓度定义	187
二、常用的溶液浓度表示法	187
三、常用溶液浓度的换算	192
第四节 稀溶液的性质	193
一、溶液的蒸气压下降	194
二、溶液的沸点上升	198
三、溶液的凝固点下降	199
四、溶液的渗透压	201
第五节 相平衡	203
一、概述	203
二、单组分物系	206
三、二组分物系	208
四、三组分物系	211
本章小结	214
习题四	216
第五章 化学反应速度和化学平衡	219
第一节 化学反应速度	219
一、化学反应速度	219
二、影响化学反应速度的主要因素	221
第二节 化学平衡和平衡的移动	225
一、化学平衡的概念	225
二、化学平衡常数	227
三、影响化学平衡的主要因素	229
第三节 化工生产中最大产率求算简介	232
本章小结	237

习题五	238
第六章 电解质溶液	240
第一节 电解质的电离	240
一、电解质和非电解质	240
二、电解质的电离	240
三、强电解质和弱电解质	242
四、弱电解质的电离平衡	242
五、弱电解质的电离平衡移动	243
六、电离度(α)和电离平衡常数($K_{\text{电离}}$)	244
第二节 离子反应	246
一、离子反应	246
二、离子方程式	247
三、离子反应完成的条件	248
四、溶度积	249
第三节 水的电离及溶液的pH值	253
一、水的电离	253
二、溶液的酸碱性和pH值	254
三、盐类的水解	255
第四节 缓冲溶液	258
一、缓冲溶液概念	258
二、缓冲溶液的组成	259
三、缓冲作用原理	259
第五节 化学分析中的中和法简介	260
一、概述	260
二、常用的酸碱指示剂	261
三、应用举例	262
本章小结	263
习题六	266
第七章 电化学	266

第一节 原电池	268
一、原电池的工作原理	268
二、原电池的电极及其反应	270
第二节 电极电位及电池的电动势	271
一、电极电位的概念	271
二、标准电极电位	272
三、影响电极电位的因素	274
四、电极电位的应用	277
第三节 电解	281
一、电解的基本原理	281
二、电解过程的物量计算	283
第四节 金属的腐蚀和防护	286
一、金属腐蚀的原理	286
二、金属的防护	287
第五节 氧化还原反应在化工分析中的应用	288
一、高锰酸钾法	289
二、碘量法	292
本章小结	294
习题七	296
第八章 有机化合物的概述	298
第一节 有机化合物及其特殊性	298
一、什么叫有机化合物	298
二、有机化合物的特殊性	298
第二节 有机化合物的分类	299
一、链状化合物	300
二、环状化合物	300
第三节 有机化合物的结构	301
一、有机化合物结构理论	301
二、有机化合物的化学键	302

习题八	306
第九章 碳的链状化合物	307
第一节 烃	307
一、烷烃	307
二、烯烃和二烯烃	315
三、炔烃	323
第二节 烃的衍生物	329
一、烃的卤素衍生物	329
二、醇	333
三、醚	337
四、醛和酮	338
五、羧酸	342
六、酯	345
七、胺	347
八、酰胺	348
习题九	350
第十章 碳的环状化合物	355
第一节 脂环族化合物	355
一、脂环族化合物的概述	355
二、脂环烃的性质	356
三、脂环烃及其衍生物的制法	357
第二节 芳香族化合物	358
一、单环芳烃	358
二、芳香族含氧化合物	364
三、芳香族含氮化合物	374
四、芳香族的其他衍生物	382
五、多环芳烃及稠环芳烃	388
第三节 有机高分子化合物及其合成	393
一、高分子化合物的特性	394

二、高分子化合物的合成方法	395
三、几种常用的有机高分子化合物	397
有机化合物小结	407
习题	424
附录	428
一、国际原子量表	428
二、部分物质的标准生成热	429
三、部分有机化合物的标准燃烧热	430
四、部分无机物在水中的溶解度	431
五、不同温度下部分气体在水中的溶解度	437
六、盐类在水中的溶解性	438
七、几种酸的水溶液的密度	439
八、几种碱的水溶液的密度	443
九、几种盐的水溶液的密度	445
十、部分难溶物质的溶度积	445
十一、一些氢氧化物和氢氧化物的pH值	446
十二、部分酸和碱在水溶液中的电离常数	447
十三、水的离子积	449
十四、在各种元素的原子中的电子排布	450
十五、无机化合物的俗名	457
十六、常见有机化合物的俗名	461
十七、部分常用单位换算表	463

第一章 基本概念

第一节 物 质

一、什么叫化学

化学是一门研究物质性质和物质变化规律的科学。它研究物质发生变化的原因和条件，以及伴随着这些变化而发生的各种能量变化（例如：发热、发生气体、发光和产生电流等）。

物质的性质和物质的变化，往往都和物质的组成和结构有密切的关系。如水和汽油，岩石和煤，钢材和木材等，它们之间有着明显区别，汽油、煤和木材能燃烧，而岩石和钢材不能燃烧，水能灭火。这些物质的性质和变化有所区别，主要由于这些物质的组成和结构不同。而化学的研究对象正是这些结构和性质。

化学是研究物质变化、性质、组成和结构的科学。

化学是一门基础学科，它对于我们实现工业、农业、科学技术和国防四个现代化有着十分重要的作用。化学也是我们学习化工生产原理的一门基础课程。矿物、合成材料、食品、药品、化肥、农药，以及原子能、导弹、飞机需要的耐高温材料和高能燃料，电子工业需要的高纯物质等等，这些材料和产品的生产、纯化、检验等都要用到化学知识。

二、物质和能量

1. 物质

化学研究的对象是物质的结构和性质。那么什么是物质呢？其实物质对我们来说并不陌生。从天上的太阳、月亮、星星、到地面上的水、空气、土壤、岩石、动物和植物；从生活中接触到的桌、椅、书、笔、收音机和电视机，到生产中接触到的泵、压缩机、反应器、换热器、石油、煤、矿石、化肥、塑料和合成纤维等，这些都是物质。

物质是作用于我们感觉器官而引起我们感觉的东西，物质具有质量并占有一定空间。物质大的可以用肉眼看见，而小到肉眼看不见的有原子、质子、电子等。

我们周围的物质是在不停地运动着的。地球在自转，动植物在生长；岩石风化而变成粘土；空气流动而形成风；植物吸收二氧化碳进行光合作用而结出果实；食物在人体内经过复杂的变化而产生维持生命和活力的营养；石油经过加工可以生产出许多重要的产品。这一切都是物质在变化，在不同的形式运动着。所以说，有物质存在必然有物质的运动，一切运动也必然是物质的运动。

2. 能量

物质的变化和运动，总是伴随着各种能量的变化和转换。水被加热后所产生的高压蒸汽可以带动蒸汽机使火车运行；高位的水流下来可以推动水轮机，进而带动发电机发电；电又可以使电机运转带动机器工作；汽油在汽缸内燃烧可以使汽车行驶；炸药燃烧的强烈反应产生的爆炸性气体可以用于筑路开矿。这些现象说明物质的运动可使能量由一种形式转换到另一种形式。位能可以转换成动能、热能、电能，而电能也可变成热能和动能，物质进行化学反应时的化学能同样可以变成动能、热能和电能。这些能量的转换，都是物质不同形式的运动的结果。各种能量都可以为人类作出

贡献，都具有作功的本领。所以说，能量可以定义为做功的本领。

3. 物质的质量和能量守恒定律

在科学高度发达的今天，很多实验和生产的事实告诉我们，一般的化学反应过程中是看不出物质在总量上有增减的。反应中一些物质变成了另一些物质，而变化前后的物质质量之和是相等的，这就是物质的质量守恒定律。

我们可以证明在化学反应过程中，化学能可以转化为其他形式的能，或者其他形式的能转化为化学能。同样，位能、动能、热能、电能等之间也可相互转化。但这些能量只能相互转化，而不能自生自灭，即变化前后的总能量是相等的，这就是能量守恒定律。

物质的存在和物质的运动不可分割，而是共存的，能量则伴随着物质的运动在转化着。所以说，质量和能量不应该看成是两种不同的东西，而是两种不同的存在形式。

物质的质量和能量之间有着密切的联系。例如在原子的核反应过程中，具有一定质量和占有一定空间的铀元素，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。1克铀的核裂变反应所产生的能量相当于燃烧2.5吨优质煤或1.7吨汽油，所产生的爆炸力相当于20吨烈性炸药。同样可以证明从能量也可以转化为有质量的物质。在一般的化学反应中，也发生着质量与能量的互相转化，只不过化学反应前后质量相差极小，无法测量出来。

正因为物质和能量有着不可分割的关系，我们把通常所说的质量叫做物质的静质量，而把能量叫做物质的动质量。如果把物质的质量守恒定律和能量守恒定律合并起来讲，在整个宇宙中物质的质量和能量的总数量是固定不变的。

三、物质的变化和性质

1. 物理变化和物理性质

物质的变化是多种多样的。例如水加热变成水蒸汽，而水蒸汽冷凝又变成水；木材加工制成家具；钢锭轧成钢筋。这些变化只改变了物质的外部状态和形状，而没有改变物质的组成，更没有新物质产生，这种变化叫做物理变化。

物质在物理变化时所表现出来的性质叫做物理性质。如状态、颜色、气味、密度、沸点、熔点等，都是物质的物理性质。

2. 化学变化和化学性质

物质的另一种变化，不仅物质的外形有了改变，物质本身的组成也发生了变化，产生了新的物质。例如炭在空气中燃烧产生了二氧化碳；铁在潮湿空气中生锈变成了铁锈；石灰石煅烧成了生石灰。这些变化都有新物质的产生。我们把由一物质生成新物质的变化叫做化学变化。

物质在化学变化时所表现出来的性质叫做化学性质。如化合、分解、氧化和还原等。都是物质的化学性质。

物理变化和化学变化是物质的两种不同的变化，但在许多情况下，它们又常是在一起发生的。例如点燃蜡烛时，固态的蜡受热熔化、这是物理变化；同时它燃烧变成水蒸汽和二氧化碳，又是化学变化。一般来说，物质发生物理变化时，不一定有化学变化，但发生化学变化时，一定有物理变化发生。

四、物质的组成

1. 分子

我们知道自然界的一切东西，都是由物质组成的，而物质又在不断地变化着和运动着，那么物质又是由什么组成的