

全国高等教育自学考试教材

自然科学基础 (第二版)

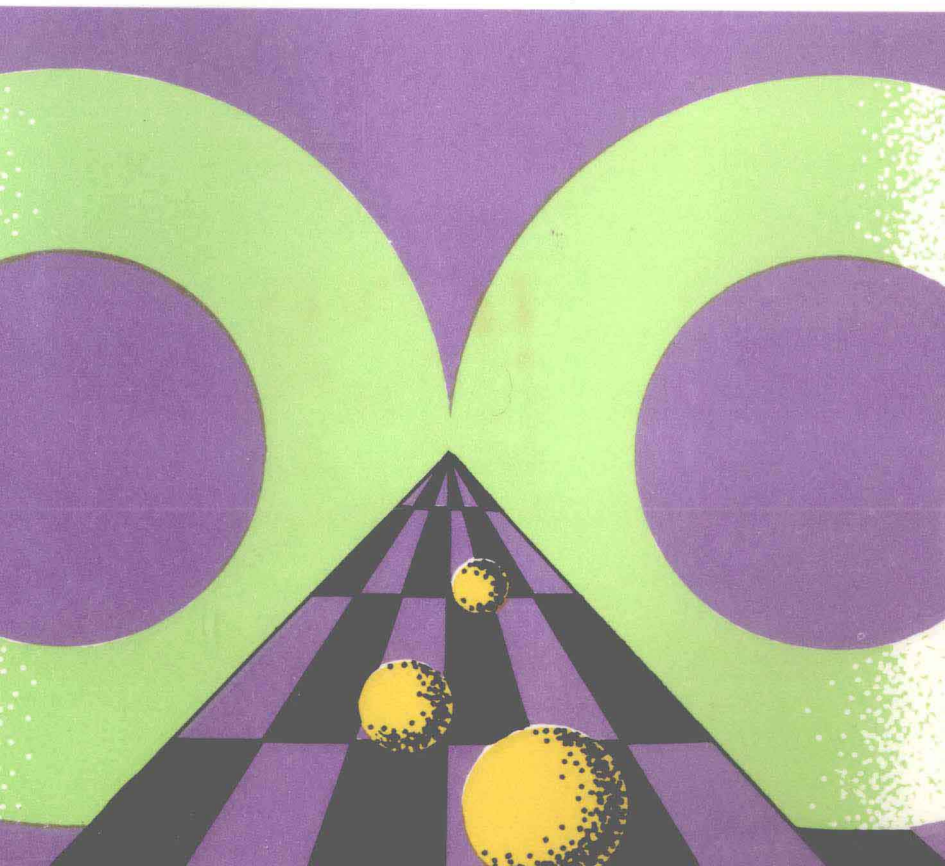
沈克琦 主编

第二册

# 化学

华彤文 裴伟伟 编

高等教育出版社



全国高等教育自学考试教材

# 自然科学基础(第二版)

沈克琦 主编

第二册

# 化 学

华彤文 裴伟伟 编

高等教育出版社

(京)112号

## 内 容 提 要

本书是根据国家教委全国高等教育自学考试指导委员会《自然科学基础》考试大纲(政治管理、行政管理等专业适用)编写的。第二版根据第一版1989年出版以来的使用情况与读者意见改分五册出版,并作了较大修订、补充。第一册为物理学,第二册为化学,第三册为生物学,第四册为地球科学,第五册为系统科学。这套书有一册自然科学基础自学指导书,以便于读者使用。

本册共十一章,内容依次为化学与人类社会、元素周期表、化学键、碱金属和碱土金属、非金属和半金属、过渡金属、烃、烃的衍生物、生命现象中的有机化合物、合成有机高分子化合物、分析化学、物理化学、化学前沿等。

全书注重介绍化学在人类生活和生产中的应用,内容丰富、生动、富有启发性,是一本非化学专业学生难得的好教材。本书除可作为高等教育自学考试政治管理、行政管理专业(原“党政干部专修科”)“自然科学基础”课程的指定教材外,也可作为其它文科专业相应课程自学考试的教材。对其他各类高等学校文科、管理学科的学生及有中学以上文化程度的在职管理干部及社会读者也是一本有价值的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

自然科学基础 第2册:化学/沈克琦主编.-2版(修订本).-北京:高等教育出版社,(1998重印)

全国高等教育自学考试教材

ISBN 7-04-003958-3

I.自… I.沈… III.①自然科学-高等教育-自学考试教材 ②化学-高等教育-自学考试-教材 IV.N43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 18481 号

\*  
高等教育出版社出版发行  
高等教育出版社印刷厂印装

\*  
开本 850×1168 1/32 印张 8.75 插页 1 字数 220 000  
1988年11月第1版 1992年1月第2版 1998年3月第5次印刷

印数 90 383—120 392

定价:9.20元

知识化的基本要求之一  
是懂得一些自然科学。

何智  
一九九〇

## 出版前言

高等教育自学考试教材建设是高等教育自学考试工作的一项基本建设。经国家教育委员会同意,我们拟有计划、有步骤地组织编写一些高等教育自学考试教材,以满足社会自学和适应考试的需要。《自然科学基础》是为高等教育自学考试政治管理和行政管理专业组编的一套教材中的一种(亦适用于设有该课程的其他专业)。这本教材根据专业考试计划,从造就和选拔人才的需要出发,按照全国颁布的《自然科学基础自学考试大纲》的要求,结合自学考试的特点,组织高等院校一些专家学者集体编写而成。

政治管理和行政管理专业《自然科学基础》自学考试教材,是供个人自学、社会助学和国家考试使用的。无疑也适用于其他相同专业方面的学习需要。现经审定同意予以出版发行。我们相信,高教自学考试教材的陆续出版,必将对我国高等教育事业的发展,保证自学考试的质量起到积极的促进作用。

编写高等教育自学考试教材是一种新的尝试,希望得到社会各方面的关怀和支持,使它在使用中不断提高和日臻完善。

全国高等教育自学考试指导委员会

一九八八年八月

## 再版前言

《自然科学基础》是普通高校教学计划中尚未设置的一门课程。它与过去自学考试计划中的“自然科学概论”也不相同。后者主要讲自然科学发展史和自然辩证法方面的内容,而前者则要求应试者在物理学、化学、生物学、地学等基础学科中选择几门进行系统的学习,掌握其基本内容,受到科学方法、科学态度方面的熏陶。因此,这门课程的内容不可能简单地照搬已有的课程,需要根据自学考试计划的培养目标和应试者的实际情况予以确定。全国高等教育自学考试指导委员会为此于1988年制定了《自然科学基础自学考试大纲》(以下简称《大纲》)。本书就是按照《大纲》编写的。

按《大纲》规定,本课程的目的在于使政治管理、行政管理及文科专业的应试者具有从事社会主义现代化建设事业所需要的自然科学基本素养。在改革开放过程中,要实现管理科学化和决策民主化,贯彻科学技术是第一生产力的思想,就必须提高干部在科学方面的素质。《大纲》还明确提出,所谓自然科学的基本素养,具体说来,大体包括以下几个方面:(1)一般的科学常识;(2)对自然科学中一门或几门学科的基本内容有较系统的理解,从而对科学方法、科学态度有所体会;(3)对自然科学发展的某些趋势或动向有所了解。这些基本素养在参与经济、科技等方面政策性研究时将发挥一定的作用。

根据《大纲》的上述要求,在本书编写中,比较系统地阐述了各学科最基本的概念、原理和知识,注意了科学方法方面的培养,对它们与工程技术以及其他经济建设的联系也作了简单的介绍。考虑到应试者原有科学文化基础差别很大,本书的起点比一般大学入学要求稍低。如果应试者学过高中的数学、物理、化学、生物、地

学等课程,学习本书应无困难。如果完全没有学过高中有关课程,需要通过自学把这方面的内容补上。

本书于1988年出版后,已举行过三次自学考试。根据对考试结果的分析 and 应考者的反映,编者认为需要对本书进行一次修订。另外,在出版第一版时,由于时间仓促,书中有疏漏或不妥之处,编者认为应予以补充修正。这次修订的原则与具体要求如下:

1. 基本内容与原书相同。

2. 根据自考生的实际水平和自学的特点,将某些部分的起点适当降低,删去过深和次要部分的内容,对重要的概念与规律,凡过去叙述过于简略者,均适当加以补充,还增加部分例题,以利自学。

3. 对原书中的疏漏、不妥、错误之处,包括排版中的错误,予以补充或纠正。

4. 为便于读者使用,本书第二版改为分五册出版。第一分册为绪论及物理学(祁有龙编);第二分册为化学(华彤文、裴伟伟编);第三分册为生物学(林锦湖、刘瑞林编);第四分册为地学(陈传康、黎勇奇编);第五分册为系统科学及结束语(任国臣编)。这五个分册组成一个整体,相互间有一定联系,在条件许可时,每位干部最好能做到通读。但对于自学考试来说,按《大纲》规定,只要求对一部分学科进行系统学习并通过考试。应考者可在以下四种学科组合中选考一种:物理、化学;物理、生物;物理、地学;化学、生物、地学。成绩及格即取得6学分。系统科学部分只要求阅读,免考。

5. 为读者查阅有关内容的方便,在第二版中增加了〈索引〉。

6. 为帮助读者学习本课程,高等教育出版社准备出版《自然科学基础自学指导书》。在指导书中除对如何学习教学内容进行分析、指导外,还有说明解题思路的习题解答和自考试题样题,后者可帮助应考者了解试题的题型与要求。指导书中附有物理常数表、元素周期表、国际单位制等备用资料。

关于学习本课程的学习方法,《大纲》中提出了七条建议,这对

自学者具有指导意义,现简要介绍于后,供读者参考。

1. 本课程内容较多,且为系统的知识,还需要一定的数学基础,因此对于管理干部和自学青年有一定的难度。除采取选考、辅导、编写教材时注意深入浅出等措施外,关键在于应考者从思想上认识提高自身自然科学素质的重要性与迫切性,认识自然科学内容与现代化的密切关系,提高学习的兴趣。同时,要下决心付出艰苦的脑力劳动,否则是不能掌握任一学科的基础知识的。有了比较系统的一门学科的知识(包括科学方法)作为基础,再旁及其他有联系的二、三门就不难了。

2. 自然科学各学科都是建立在观察和实验基础上的,一切概念、定律、原理和学说都必须在生产实践和科学实验中接受检验。因此,在学习时必须重视实践的重要性,尽可能地对周围事物进行观察与分析,阅读能取得感性认识的资料(包括声象资料)。最好能争取条件做点实验,对学习更有利。

3. 要抓住重点内容的学习,但也不可忽视一般内容。重点内容是知识的骨干,要花较多时间深入学习,但没有一般知识的衬托,会影响对重点内容的理解与掌握。

4. 在学习基本概念和原理时,要注意抓住它们的来龙去脉,如何从现象和实验结果分析、归纳、总结出这些概念和原理?用它们可以解决什么问题?要避免死记硬背的做法。

5. 对于必需的数学知识,要事先复习。

6. 基本概念和原理都是用科学语言表述的,要注意学习其确切性与简洁性,还要学习用数学公式进行表述的方法。

7. 独立完成习题及思考题是加深理解、学会运用和巩固学习成果的必要环节,也是准备考试的方法。必须克服困难,力求独立完成作业,才能真正有所收获。要真正学懂,不要用背诵解答的办法应付考试。

本书在修订过程中得到了叶于浦教授(北京大学)、金明教授(北京医科大学)、伍光和教授(兰州大学)、沈小峰教授(北京师范



大学)和高等教育出版社奚静平、邹延肃、张建华、黄元铭等同志的大力支持,谨代表本书全体编者向他们表示衷心感谢。本书虽经修订,难免还有疏漏和不妥之处,欢迎批评指正。

沈克琦

一九九一年十二月

## 本书使用说明

1. 根据国家教委全国高等教育自学考试指导委员会颁布的政治管理、行政管理专业(原“党政干部专修科”)等适用的《自然科学基础》自学考试大纲的规定,考生可从本书的物理学(第一册、4 学分)、化学(第二册、2 学分)、生物学(第三册、2 学分)、地学(第四册、2 学分)中任选二、三门共 6 学分应考。第五册系统科学只供阅读,目前不列入考试内容。另外第一册中的绪论为各科共同必读内容,结合各科考试加以考核。其他文科专业按自考计划规定选用。

2. 全书正文分大、小字两种体例。大字为基本内容,属于考试范围;小字属于扩展性、背景性或加深性内容,供读者参阅,不属于考试命题范围。全书第五册系统科学及结语——“科学技术发展的历史脚印和当今态势”,作为参阅内容。全书小字共约 30 万字,占 25%左右。本书大小字这样安排,既有利于重点深入、掌握基础和备考,又有利于扩展知识面,供不同专业具有不同兴趣的文科管理干部工作及进修参考;作为比较系统的资料将基本概念、科学前沿及历史发展有机地组织起来,也便于案头查阅之用。

3. 在本书各册正文中,对重点要求掌握的内容配有例题,章末有提要及习题,这些内容虽用小字排出,但属于学习辅导性质,请读者注意。各册末参考文献仅备深入学习或查考之用。

4. 本书除各册的章末有提要及习题,可帮助自学者学习之外,另专门编有一本《自然科学基础自学指导书》,以辅导自学者学习、复习和考试。

## 编者的话

本书是根据国家教委全国高等教育自学考试指导委员会颁布的政治管理、行政管理等专业适用的《自然科学基础》自学考试大纲(化学部分),在1988年11月出版的第一版的基础上修订而成的。

化学是与人民生活、国民经济、科学技术等领域都有密切关系的基础科学。随着人们生活的日新月异和科学技术的飞速发展,化学已日益广泛地渗入到现代生活的各个方面及其它各学科领域。因此普及化学知识已是社会发展的需要,提高人民文化素质的需要,也是高科技发展的需要。

本书是一本非化学专业的自学教材,编写本书的目的是为了供不同专业具有不同兴趣的文科、管理学科工作者参考。所以,在这次修订时,保留了第1版中概念清晰、层次分明的特点,又特别注意了化学在人类生活和生产中的一些用途和常识以及化学前沿领域的一些进展。

全书正文分大、小字两种体例,大字为基本内容,属于考试范围,小字属于扩展性、背景性或加深性内容,供读者参阅,不属于考试命题范围。我们在章末附有内容提要 and 习题,供自学者复习和练习。为了便于自学者学习,我们还将编写相应的辅导书。由于编者水平有限,时间仓促,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

北京大学叶于浦教授审阅了第二版全稿,提了许多宝贵意见。曹庭礼教授、王致勇教授参加了本书第一版的审稿,他们对本书内容、体例提出了许多有意义的建议,在此一并感谢。

华彤文 裴伟伟

1991.12于北京

# 目 录

<b>第一章 化学与人类社会</b> .....	1
本章提要 .....	6
习题 .....	6
<b>第二章 元素周期律 化学键</b> .....	8
§ 2.1 元素周期表 .....	8
§ 2.2 原子结构模型 同位素 .....	10
§ 2.3 原子核外电子的排布 .....	12
§ 2.4 离子键和离子化合物 .....	22
§ 2.5 共价键和共价化合物 .....	25
§ 2.6 键的极性与分子的极性 .....	29
§ 2.7 金属键 .....	31
§ 2.8 分子间的作用力与氢键 .....	32
本章提要 .....	33
习题 .....	34
<b>第三章 s 区元素——碱族和碱土族</b> .....	36
§ 3.1 s 区元素通性 .....	37
§ 3.2 钠和钾——人体的必要元素 .....	43
§ 3.3 生物体的钙和镁 .....	45
§ 3.4 硫酸钡的难溶性 .....	47
§ 3.5 基本化学计算 .....	47
本章提要 .....	55
习题 .....	55
<b>第四章 p 区元素——非金属和半金属</b> .....	57
§ 4.1 惰性气体——稀有元素 .....	57
§ 4.2 卤族——成盐元素 .....	59
§ 4.3 氧化还原反应方程式的配平 .....	64
§ 4.4 氧和硫——成矿元素 .....	68

§ 4.5	氮和磷——肥料 .....	73
§ 4.6	碳、硅、硼——坚硬 .....	78
§ 4.7	<i>p</i> 区金属元素 .....	84
本章提要 .....		88
习题 .....		89
<b>第五章</b>	<b><i>d</i> 区和 <i>f</i> 区元素——过渡金属 .....</b>	<b>91</b>
§ 5.1	铁和钢 .....	93
§ 5.2	有色金属——铜、锌、钴、镍 .....	97
§ 5.3	贵金属——金、银、铂 .....	99
§ 5.4	稀土元素 .....	101
§ 5.5	人造元素 .....	102
§ 5.6	生物体内的过渡金属 .....	103
本章提要 .....		105
习题 .....		106
<b>第六章</b>	<b>烃——碳氢化合物 .....</b>	<b>107</b>
§ 6.1	烷烃 .....	108
§ 6.2	烯烃 .....	119
§ 6.3	炔烃 .....	127
§ 6.4	芳烃 .....	131
§ 6.5	煤和石油 .....	136
本章提要 .....		139
习题 .....		140
<b>第七章</b>	<b>烃的衍生物——官能团化合物 .....</b>	<b>143</b>
§ 7.1	卤代烃 .....	143
§ 7.2	醇和酚 .....	149
§ 7.3	乙醚 .....	156
§ 7.4	醛和酮 .....	157
§ 7.5	羧酸和羧酸的衍生物 .....	162
§ 7.6	硝基化合物和胺 .....	172
本章提要 .....		175
习题 .....		176

<b>第八章 生命现象中的有机化合物</b> .....	180
§ 8.1 糖——碳水化合物 .....	180
§ 8.2 蛋白质 .....	188
§ 8.3 核酸 .....	193
§ 8.4 磷脂和糖脂 .....	199
§ 8.5 甾体化合物 .....	199
本章提要 .....	201
习题 .....	202
<b>第九章 合成有机高分子化合物</b> .....	205
§ 9.1 合成有机高分子的结构特点和命名 .....	205
§ 9.2 合成有机高分子化合物的特性 .....	209
§ 9.3 有机高分子化合物的合成方法 .....	212
§ 9.4 合成高分子材料 .....	213
本章提要 .....	222
习题 .....	223
<b>第十章 分析化学 物理化学</b> .....	226
§ 10.1 分析化学的任务和作用 .....	226
§ 10.2 化学分析 .....	228
§ 10.3 仪器分析 .....	230
§ 10.4 结构分析 .....	232
§ 10.5 化学热力学 .....	232
§ 10.6 化学动力学 .....	233
§ 10.7 结构化学 .....	235
本章提要 .....	235
习题 .....	236
<b>第十一章 化学前沿</b> .....	237
本章提要 .....	246
习题 .....	247
<b>附录</b> .....	248
<b>索引</b> .....	255
<b>元素周期表</b>	

# 第一章 化学与人类社会

化学是一门基础自然科学,以化学反应为基础的化学工业是资本密集型的高技术工业。人类生活的各方面,社会发展的各种需要都与化学息息相关。

人类的衣食住行都离不开化学工作者的辛勤劳动。**衣**:色泽鲜艳的衣料需要化学印染,羊毛、棉花的纺织都需经过化学处理,人工合成的化学纤维具有挺括耐磨等优良性能。**食**:“庄稼一枝花,全靠肥当家”,农家肥不论在数量上还是质量上都难于满足当今的需要,发展化肥乃是解决粮食问题的关键之一。据目前了解,植物生长需要的养料涉及 16 种元素,其中碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)等 9 种为大量养料,需要量多;硼(B)、铜(Cu)、铁(Fe)、锰(Mn)、锌(Zn)、钼(Mo)、氯(Cl)等 7 种为微量养料,需要量少些,但也不可缺少。植物保护需要高效低毒的杀虫剂、除草剂。食品加工业需要防腐剂、助鲜剂、香料、色素等。**住**:现代建筑所用的水泥、石灰、钢筋、合金、油漆、塑料、玻璃等等都离不开化学反应(过程)。**行**:制造一辆汽车所需化工原料在 100 种以上,开动汽车不仅需要汽油,还需各种汽油添加剂、防冻剂,以及机械部分的润滑剂、润滑脂...,这些无一不是石油化工产品。此外,各种洗洁剂、美容剂、药物也都是日常生活必不可少的化学制剂。

在现代社会发展过程中,生命科学、材料科学、能源、环境保护等都是人们最关心的重大问题,其中涉及大量的化学内容。现代**生命科学**就是“分子水平”的生物学,也就是说要对各种生物过程作出化学的说明。现在已经知道一个细胞内部可以同时发生上千种化学反应。化学家和生物学家通力合作正在不断探索生命现象的

奥秘。在我们日常生活中也有许多有趣的问题。例如高温作业为什么需要喝“盐”汽水？用含氟的牙膏为什么能防龋齿？贫血患者为什么用含铁药剂？煤气中毒是怎样致人于死地的？材料科学日新月异，一根头发丝细的光导纤维可供两万人同时通电话而互不干扰；光敏、热敏、湿敏等各种各样的半导体材料是制造电子计算机、机器人、千里眼等的关键；1987年高温超导材料的出现，展示了新的技术革命的广阔前景。据70年代统计，全世界塑料产量几乎等于木材、水泥等建筑材料之和，化学合成橡胶产量已是天然橡胶的两倍。发展宇航科学需研制高强度耐高温的轻型材料以制作外壳；卫星通讯需要高能电池，卫星照相需要高敏胶片。新材料的开发研究是材料学家、物理学家和化学家们共同的历史重任。能源：当代90%以上的能源是煤、石油、天然气。它们的燃烧是某些特定的放热反应。几种常见燃料主要成分的放热量如表1.1所示。

表 1-1 几种常见燃料的热值

燃 料	主要成分	化学反应	热值/kJ · g <sup>-1</sup>
天然气	甲烷 CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub> + 2O <sub>2</sub> = CO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	56
液化气	丁烷 C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> + 13O <sub>2</sub> = 8CO <sub>2</sub> + 10H <sub>2</sub> O	50
汽油	辛烷 C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	2C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> + 25O <sub>2</sub> = 16CO <sub>2</sub> + 18H <sub>2</sub> O	48
煤	碳 C	C + O <sub>2</sub> = CO <sub>2</sub>	33

由上表数据看来，天然气热值最高，燃烧后也没有残渣，这是一种很理想的燃料，但只限于在油田附近使用，世界范围内的储量也不很大。石油分馏所得到的汽油、柴油、煤油，以及经加压而成的“液化气”都是重要的能源。20世纪50年代以来，世界石油年耗量迅速增长，如美国人口占世界人口的6%，每年却消耗世界年产总能量的三分之一。按现已查明的石油储量及目前消费情况估计，再过50年石油资源便将枯竭，因此石油短缺、石油竞争正在世界范围内引人关注。地质学家认为世界范围内煤的储藏量都已查明，按



目前的消费量估计还可以用几百年,但烧煤的最大缺点是污染空气、又比较脏,深井采煤既危险又有损健康,如何使煤在地下气化之后再使用是当今人们很关心的课题。煤、石油、天然气等都是埋藏在地下的植物经过几百万年才形成的燃料,但看来人类可能在几百年内将其耗尽,因此令人有能源危机感。化学工作者为人类使用煤和石油曾做出重大贡献,现在又正在为开发新能源积极努力。

**环境保护:**空气和水是一切生命过程不可缺少的物质,自 20 世纪 40 年代以来,随着工农业生产的发展,空气污染和水源污染越来越引起人们的关注。汽车尾气中的一氧化碳、氧化氮、烃类化合物,火力发电厂烟道气中的硫的氧化物、含氮的氧化物等是城市空气污染最主要的祸源。化肥农药的使用,工业废物的排放,大量使用洗涤剂等都是造成水质污染的主要原因。但是人类不可能放弃电力照明而回到黑暗之中,人类也不可能停开汽车。所以我们应该了解哪些东西污染了环境,它们是怎样产生的,更重要的是我们怎样控制这些污染以保护环境。例如化学家们正在研制多种催化剂,使汽车尾气中的有害气体转化为无毒的。加高烟囱能把烟道气中的二氧化硫排放到较高的大气里以减少地面空气的污染,但是这些二氧化硫还在空间存在,它们将随雨水回到地面。酸雨给我们带来危害也不小,所以还是要用化学方法吸收这些有害气体才为有效。

总之,化学是与国民经济各部门、人民生活各个方面、尖端科学技术各领域都有密切关系的基础科学。它不仅是化学工作者的专业知识,也是广大人民科学知识的组成部分,普及化学教育是社会发展的需要,是提高公民文化素质的需要。

现在让我们回顾中学化学知识,看看化学变化有哪些特点。

用空气、水和煤为原料经过下列几个化学反应,可制得氨气( $\text{NH}_3$ ):

