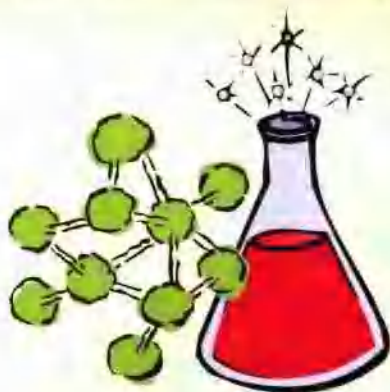


中等职业教育规划教材

化学

主编 刘文豪



本教材的主要内容有：物质结构；卤素和碱金属；元素周期律和元素周期表；物质的量及其应用；化学反应速率与化学平衡；电解质溶液；电化学基础；重要的金属及其化合物；重要的非金属及其化合物；烃与烃的衍生物。为了使学生能够做到“温故”，每章后都编写了特定目标的习题，能够让学生及时检测对本章知识复习的情况和掌握程度。

煤炭工业出版社

中等职业教育规划教材

化 学

主 编 刘 文 豪

副 主 编 李 国 林

参编人员 (按姓氏笔画排序)

于 涛 吴纪凤

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

化学/刘文豪主编. 北京: 煤炭工业出版社, 2007. 8

中等职业教育规划教材

ISBN 978-7-5020-3067-4

I. 化… II. 刘… III. 化学课-专业学校-教材

IV. G634. 81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 046243 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.ceiph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 12
字数 272 千字 印数 1 5,000
2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷
社内编号 5867 定价 24.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本教材的主要内容有：物质结构；卤素和碱金属；元素周期律和元素周期表；物质的量及其应用；化学反应速率与化学平衡；电解质溶液；电化学基础；重要的金属及其化合物；重要的非金属及其化合物；烃与烃的衍生物。为了使学生能够做到“温故”，每章后都编写了特定目标的习题，能够让学生及时检测对本章知识复习的情况和掌握程度。

基础教材编委会

主任委员 邱 江

副主任委员 王捷帆 刘 富

编委会成员 (按姓氏笔画排序)

毋虎城 王树明 刘志敏 刘忠元 刘英才

刘胜利 严建华 何富贤 吴占鹏 李仲良

李振祥 邵 海 屈新安 胡贵祥 赵俊谦

郝临山 程 刚

出版说明

本套教材是中国煤炭教育协会和煤炭工业出版社根据目前煤炭中等职业学校办学特点、课程改革和教材建设规划的要求,组织部分职业教育院校的教师编写而成,本套教材可作为中等专业学校、技工学校和职业中学的基础课教材。

本套基础课教材充分考虑了煤炭专业教学的特殊性,在内容的选取上按照“实用、够用”为原则,力求突出中等职业教育的特点,注重学生基本能力的培养,使学生在学专业课之前,较好地掌握文化基础知识,提高专业基本素质。

煤炭中等职业教育基础课
教材编审委员会
2007年4月

前 言

本教材应中国煤炭教育协会和煤炭工业出版社委托编写而成，主要适用中等职业技术学校的基础课教学。本书的主要特点是语言简洁，通俗易懂，利用深入浅出、讲解细致、图文并茂的方法，把要掌握的知识阐述得非常透彻。本教材的绪论、第二章、第五章、第六章由宁夏第一工业学校刘文豪编写；第一章、第三章由石家庄工程技术学校吴纪凤编写；第十章、第十一章由石家庄工程技术学校于涛编写；第四章、第七章、第八章、第九章由山西雁北煤炭工业学校李国林编写。

编 者

2007 年 6 月

目 录

(带“*”为选修部分)

绪论	1
第一章 物质结构	5
第一节 物质的构成 同位素	5
第二节 化学键	7
第二章 碱金属和卤素	13
第一节 碱金属	13
第二节 卤素	17
第三节 氧化还原反应	24
第三章 元素周期律和元素周期表	34
第一节 元素周期律	34
第二节 元素周期表	38
第三节 元素周期表中元素性质递变规律和元素周期表的应用	39
第四章 物质的量及其应用	45
第一节 物质的量及其单位	45
第二节 气体摩尔体积	47
第三节 物质的量浓度及其计算	50
第四节 根据化学方程式的计算	53
第五章 化学反应速率与化学平衡	60
第一节 化学反应速率	60
第二节 化学平衡	65
第三节 影响化学平衡的条件	68
第四节 合成氨条件的选择	70
第六章 电解质溶液	78
第一节 电离平衡	78
第二节 离子反应	81
第三节 水的电离和溶液的 pH	83
第四节 盐的水解	86
第七章 电化学基础	94
第一节 原电池原理及其应用	94
第二节 电解原理及其应用	96
第三节 金属的腐蚀与防腐	99
第八章 重要的非金属及其化合物	105

第一节 硫及其化合物·····	105
第二节 氮和磷及其化合物·····	109
第三节 碳和硅及其化合物·····	114
第九章 重要的金属及其化合物 ·····	126
第一节 金属通论·····	126
第二节 镁和钙及其硬水软化·····	131
第三节 铝·····	134
第四节 铁·····	136
第十章 烃 ·····	147
第一节 有机化合物概述·····	147
第二节 甲烷 烷烃·····	150
第三节 乙烯 烯烃·····	153
第四节 乙炔 炔烃·····	155
第五节 苯 芳香烃·····	157
第十一章 烃的衍生物 ·····	164
第一节 乙醇·····	164
第二节 乙醛·····	166
第三节 乙酸·····	168
第四节 烃的其他衍生物·····	169
 附录 I 国际单位制·····	 175
附录 II 常见酸、碱和盐的溶解性表 (20℃) ·····	177
附录 III 部分酸和碱溶液溶质的质量分数和密度对照表·····	178
参考文献·····	179

绪 论

宇宙是一个包罗万象的统一整体，宇宙间存在着的万物和现象是形形色色、多种多样的。面对生机勃勃、变化无穷的大自然，人们从远古时代就开始探寻：是什么物质构成了如此丰富多彩的自然界？物质是怎样形成的？物质是如何变化的？怎样才能把普通的物质转化成更有价值的物质？……在长期认识和利用大自然的过程中，人们对物质的认识越来越深刻，并逐渐建立起研究对象不同的各门自然科学。化学就是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、变化、制备和应用的自然科学，它对于人们认识和利用物质具有重要的作用。

一、化学是具有创造性的、实用的科学

在探索大自然奥秘的过程中，人们从矿物、岩石及植物、动物等生物体中发现了很多有用的物质，并想方设法认识物质的性质和结构，以便把它们从矿物、岩石或生物体中提取出来，或者从已有的物质出发制造出来。不仅如此，根据需要，化学家们还设计出具有特殊性质或功能的新分子，创造出自然界中不存在的物质。现在，化学家们发现和创造的化合物已经超过 3500 万种。化学的特征就是认识分子和制备分子，它是一门具有创造性的科学。在化学变化的过程中，物质的组成确实发生质变，然而不能笼统地说，在物理变化过程中就不发生物质的质变，没有新物质产生。这样会给人一种错觉，把物质仅仅限于实物，而光子、电子和各种场就不认为是物质了。化学变化的特点是：在原子核组成不变的情况下，发生了分子组成或原子、离子等结合方式的质变。不属于这个范围的质变就不是化学变化。

人们把客观存在的物质划分为实物和场两种形态。实物的范围比物质的范围小。它仅包括具有静止质量的物质形态。而所说的静止质量是物体（实物）在静止时（相对于观察者来说）所具有的质量。至于场就不一定有静止质量。如构成电磁场的光子就没有静止质量。实物和场都是人们感官能感觉到的客观的实在东西。它们都具有质量和能量。实物包括化学中具体讨论到的电子等“基本粒子”、单质和化合物等。场则包括电磁场、引力场等。

化学还是一门在人类生产和生活中有着重要作用的实用科学。试想，20 世纪初，如果没有合成氨的化工技术，就不可能制造出增产粮食所需要的大量氮肥，人类将面临饥饿的威胁；如果没有新药物的成功研制，面对许多疾病人们将束手无策；如果没有功能各异的食物添加剂，没有琳琅满目的化妆品，没有塑料、合成纤维、合成橡胶的大量生产，没有以硅及其化合物为原料制出的芯片和光导纤维引领人们进入信息时代，人们的生活就不会像现在这样丰富多彩。

二、化学科学的形成和发展

早在远古时代，人类的祖先就知道了如何取火和保存火种。可以说，从使用火起，人

类就开始了化学实践活动，在长期的生产和生活实践中，人们学会了烧制陶瓷、冶炼金属、酿造酒类，并且渴望用一些常见的物质炼制出能使人长生不老的“仙丹”或把一些廉价的金属炼制成金。如 1957 年在江苏宜兴出土的晋墓（公元 297 年）中发现的饰带，经分析证明为铝铜合金。有 85% 的铝、约 10% 的铜、5% 的锰，说明我国当时就有铝及其合金，而欧洲在 1825 年才会用铝，我国汉代（公元前 100 多年）就有点金术和炼丹术。制得的红丹（ HgO ）、轻粉（ Hg_2Cl_2 ）、水银霜（ HgCl_2 ）等汞的化合物，也早于欧洲 400 年。公元八世纪后我国的点金术和炼丹术通过与海外通商而到达波斯（今伊朗），再传入欧洲。在这些实践的基础上，经过几代化学家的不断努力，近代化学才逐渐形成。

进入 20 世纪后，随着人们对物质世界的认识由宏观向微观深入，化学科学经历了迅速发展的创新百年。放射性元素的发现、现代量子化学理论的建立、创造新分子的合成化学的崛起、高分子化学的创立、化学热力学与动力学的开创性研究以及化学工业的迅速发展等，都是现代化学的重大成就。

正像“计算尼罗河河水涨落的需要，产生了埃及的天文学”一样，随着现代化学的发展，出现了各种分析和测试物质结构、跟踪化学反应过程的技术。现在，X 射线、原子吸收光谱、紫外和红外光谱、质谱、核磁共振等，已经成为现代化学研究的重要手段。

现代化学研究的发展带动了相关科学的进一步发展。例如，化学家们对蛋白质化学结构的测定和合成，使人们对生命过程有了更深刻的认识；20 世纪中叶，化学科学家和生物科学共同揭示了生命的遗传物质 DNA 的结构和遗传规律，使生命科学进入研究基因组、结构和功能的新阶段。

三、化学科学的探索空间

展望未来，化学科学具有巨大的探索空间。在化学科学领域，化学家们可以在微观层面上操纵分子和原子，组装分子材料、分子器件和分子机器等。

化学科学将在能源和资源的合理开发、安全应用方面大显身手。有了化学科学，人类既能得到充足的能源和资源，又能处理好能源和资源的开发利用与生态环境保护之间的关系。在煤、石油、天然气的揭炼和综合利用中，都包含着极为丰富的化学知识。随着煤炭产业的发展，化学科学在这一领域里充分发挥了它的作用，如：将固体煤炭转变成水煤气和液态油作为工业及民用燃料的技术已经更加成熟且已工业化生产。

化学将继续推动材料科学的发展，使各种新型功能材料的生产成为可能，进一步丰富与人类的生存和发展息息相关的物质世界。据有的科学家估计：纯的同位素材料将进一步得到大量的和廉价的供应；这对得到特定核素的光谱和促进振动光谱的发展会有极大帮助；合成的合理设计会有飞速的进展，从而使化学家更有把握地制备出许多化合物，特别是能制备出更多的有特殊性能的无机材料：带有适宜取代基的金属有机化合物将大量合成，其中的各种金属——金属键的本质可以极为透彻地研究清楚，从而可以有目的地生产精致的磁性、半导和超导材料。

化学将为环境问题的解决提供有力保障。依靠化学知识，可以为治理环境找到灵敏的检测手段，并提出防治措施；依靠化学知识，可以制造出对环境无害的化学品和生活用品，减少对环境的污染。

化学可以让研究人员在分子水平上了解疾病的病理，寻求有效的防治措施，促进人类

的身心健康。现代化学，作为一门“中心科学”，正在以崭新的观念和方式，与国计民生的各个方面密切联系，使人类的生活更健康、安全、幸福。

四、研究物质性质的方法和程序

认识物质的性质是化学研究的一项重要任务。只有深入地研究物质的性质，才能更好地利用物质。例如，通过对溴化银感光性的研究，制成了感光胶卷；通过对叠氮化钠(NaN_3 ，在强烈撞击的情况下能快速分解产生大量氮气)性质的研究，制成了汽车安全气囊；通过对有关燃料性质的研究，制成了火箭推进剂……由此可见，研究物质的性质是十分重要的。那么，怎么才能更科学地认识物质的性质呢？

(一) 研究物质性质的基本方法

研究物质性质，常常运用观察、实验、分类、比较等方法。

观察是一种有计划、有目的用感官考察研究对象的方法。人们既可以直接用肉眼观察物质的颜色、状态，用鼻子闻物质的气味，也可以借助一些仪器来进行观察，从而提高观察的灵敏度。在观察过程中，不仅要用感官去搜集信息，还要积极地进行思考，及时存储和处理所搜集的信息。观察要有明确而具体的目的，要对观察到的现象进行分析和综合。

在研究物质性质的过程中，可以通过实验来验证对物质性质的预测或探究物质未知的性质。在进行实验时，要注意控制温度、压强、溶液的浓度等条件，这是因为同样的反应物在不同的条件下可能会发生不同的反应。

在作研究物质性质的实验前，要明确实验的目的与要求、实验用品和实验步骤等；实验中，要仔细观察实验现象，并作好实验记录；实验后，要写好实验报告，并对实验结果进行分析。

(二) 研究物质性质的基本程序

人们通过中学化学的学习，会对科学探究的过程有一定的了解，实际上，人们对物质性质的研究就是一种科学探究的过程。在研究物质性质时，通常首先要观察物质的外观，了解物质的存在状态、颜色、气味等；其次，要通过实验来探究物质的有关性质。进行实验时，往往要对探究物质性质进行预测，并设计、实施实验来验证所作的预测；然后，通过对实验现象的观察和分析，归纳出与预测一致的性质，并对实验中出现的特殊现象进行进一步的研究和分析。总之，在研究过程中，预测性质、设计实验、观察现象以及对实验现象进行分析和解释，对实验结论进行整合，都是非常重要的环节。关于研究物质性质的基本程序可用图1来表示。

在通过观察和实验认识了物质的性质后，人们往往要探究产生相关性质的原因，这就要涉及物质结构方面的问题，如：金属铁和氮气各是由什么微粒构成的？这些微粒各有什么特点？它们与金属铁或氮气的性质有什么关系？这些问题仅通过一般实验是无法解决的，还需要利用模型、假说等方法进行相关研究。

假说是以现有事实材料和科学理论为依据，面对未知事实或规律所提出的一种推测说明，假说提出后须得到实践的证实，才能成为科学理论。道尔顿提出的原子学说起初就是一种假说，后来经过反复验证和修正，才发展成科学理论，如图2所示。

模型是以客观事实为依据建立起来的，是对事物及其变化的简化模拟。模型一般可分

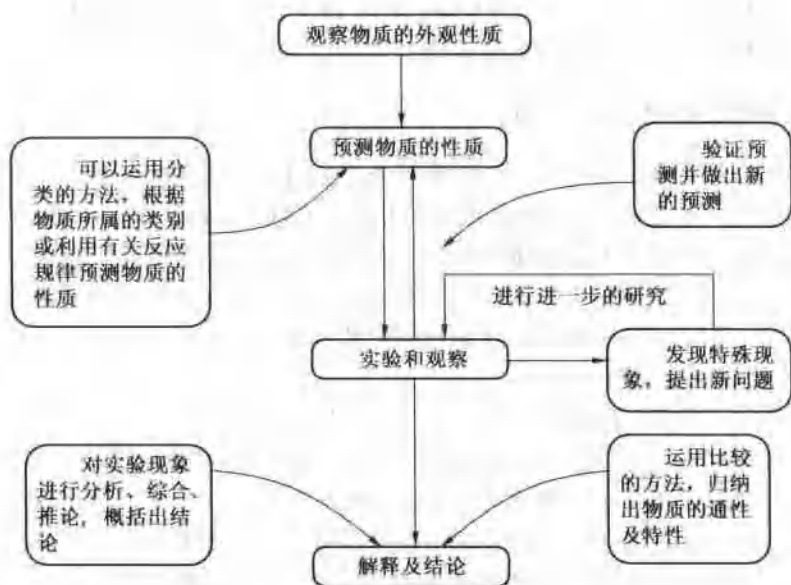


图1 研究物质性质的基本程序

为物体模型和思维模型两大类。例如：在研究有机化合物的结构时用到的球棍模型就是一种物体模型，而在研究原子结构的过程中所建立起的各种模型则属于思维模型，如图3所示。

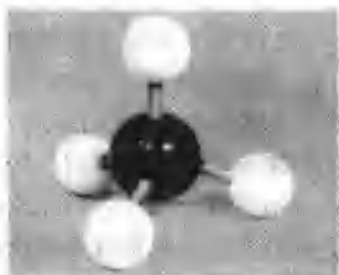


图2 甲烷的球棍模型

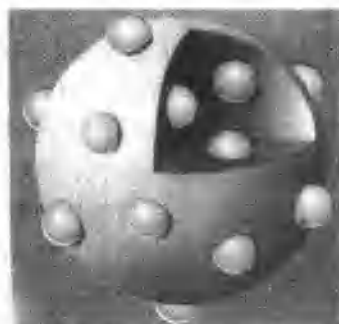


图3 历史上曾经提出的“葡萄干布丁”原子结构模型

关于物质性质的研究只是化学研究的任务之一，除此之外，还需要通过化学研究为物质发生的各种变化寻求合理的理论解释，测定物质组成中各成分的含量，探究物质的内部结构，以及设计物质的合成方法，等等。现在化学工作者不仅使用试管、烧杯等一般化学仪器，而且还使用许多先进的仪器来进行化学研究，使化学研究水平大为提高。

第一章 物质结构



学习目的与要求

1. 理解同位素的概念、应用及原子中各粒子数的计算。
2. 了解核外电子排布规律的初步知识，会画原子序数为1~18的元素结构示意图。
3. 掌握化学键的概念，并学会判断离子键和共价键，用电子式表示离子化合物和共价分子的形成。

第一节 物质的构成 同位素

一、原子的组成

科学实验证明，原子是由带正电荷的原子核和带负电荷的核外电子构成。原子核位于原子的中心，电子在原子核外高速运动。由于原子核所带的正电荷和核外电子所带的负电荷的电量相等，而电性相反，因此原子作为一个整体呈电中性。原子很小，而原子核更小，它的半径约为原子半径的万分之几甚至十万分之几，它的体积约占原子体积的几千亿分之一。原子核是由质子和中子组成的。每个质子带一个单位的正电荷，中子不带电荷。原子核所带的正电荷数（简称核电荷数）由质子数决定。核电荷数用符号 Z 表示，即有

$$\text{核内质子数} = \text{核电荷数} (Z) = \text{核外电子数}$$

例如，钠原子核内有11个质子，带11个单位正电荷，核外有11个电子，钠原子作为一个整体呈电中性。

组成原子的3种基本微粒，即质子、中子、电子都有一定的质量。质子的质量为 $1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ；中子的质量稍大些，为 $1.6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ；电子的质量极小，约为质子质量的 $1/1836$ 。可见，原子的质量主要集中在原子核上。由于质子、中子的质量很小，计算极为不便，因此通常用它们的相对质量。

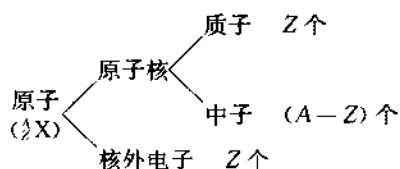
作为相对原子质量标准的碳-12 (^{12}C) 原子，原子核内有6个质子，6个中子，其质量是 $1.9927 \times 10^{-26} \text{ kg}$ ，它的 $1/12$ 为 $1.6606 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。质子和中子的相对质量分别为1.007和1.008，取近似整数值，它们均等于1。如果忽略电子质量，而将原子核内所有的质子和中子的相对质量取近似整数值加起来，那么所得的数值称做质量数，用符号 A 表示。中子数用符号 N 表示。则

$$\text{质量数} (A) = \text{质子数} (Z) + \text{中子数} (N)$$

只要知道上述等式中3个数值中的任意两个，就可以推算出另一个数值。例如，已知氧原子的核电荷数为8，中子数为8，那么氧原子的质量数

$$A = Z + N = 8 + 8 = 16。$$

如果以 A_ZX 代表一个质量数为 A 、质子数为 Z 的原子，那么构成的原子，其粒子间关系可以表示为



二、同位素

具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子称做同一元素。这里，“同一类原子”是指原子核中质子数相同，而不必考虑中子数、核外电子数是否相同，也不必考虑它是以化合态、还是游离态存在。

科学研究表明，氢元素的原子核都含有 1 个质子，但存在着的中子数却可以有 3 种，分别为 0、1、2。

- (1) 不含中子的氢原子称做氕，记为 ${}^1_1\text{H}$ ；
- (2) 含有 1 个中子的氢原子称做氘，称做重氢，记为 ${}^2_1\text{H}$ ；
- (3) 含有 2 个中子的氢原子称做氚，称做超重氢，记为 ${}^3_1\text{H}$ 。

${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 是 3 种不同的氢原子，但由于它们的质子数、核外电子数都相同，化学性质又几乎完全相同，因此是同一类原子，即属于同一种元素，故氢元素包括有 3 种不同的氢原子。人们就将这种质子数相同而中子数不同的同一元素的原子互称为同位素。大多数元素都有同位素。在氢的氕、氘、氚 3 种同位素中 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 是制造氢弹的材料。铀元素有 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 等多种同位素，其中 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 是制造原子弹的材料和核反应堆的燃料。碳元素有 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 等几种同位素，其中 ${}^{12}_6\text{C}$ 的质量的 $1/12$ 当作相对原子质量标准，考古学上利用测定物体中 ${}^{14}_6\text{C}$ 的含量来确定它的年龄，这种方法称为碳素断代法。大气中 ${}^{14}_6\text{C}$ 是与氧结合以 CO_2 形式存在的。通过植物的光合作用，这种 CO_2 被植物吸收，合成植物体内的淀粉、纤维素……动物吃了植物后， ${}^{14}_6\text{C}$ 又转入动物体内。放射性同位素 ${}^{14}_6\text{C}$ 与稳定同位素 ${}^{12}_6\text{C}$ 的比例，在大气、动植物体内都保持一定； ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 的相对原子质量分数分别为 98.8981%，1.108%， $12 \times 10^{-10}\%$ 。当动、植物死亡后，它们与外界的物质交换停止了， ${}^{14}_6\text{C}$ 的供应停止了。从这时候起，生物遗体内的 ${}^{14}_6\text{C}$ 不断放出射线，含量逐渐减少，每经过 5730 ± 40 年， ${}^{14}_6\text{C}$ 的含量减少一半（这个时间称做放射性同位素的半衰期）。只要用仪器——放射性同位素测定仪测出古代遗址中某文物的 ${}^{14}_6\text{C}$ 含量，就可以推算出它的年代。

由于同一种元素的各种同位素虽然质量数不同，但是化学性质几乎完全相同，因此还常用一个符号来表示这些同位素的天然混合物。在天然存在的某种元素里，不论是呈游离态，还是呈化合态，各种同位素所占的质量分数一般是不变的。

人们平常所用的某种元素的原子量，是按各种天然同位素所占的一定质量分数算出来的平均值。例如，氯元素是 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 和 ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ 两种同位素的混合物，从下列数据即可计算出氯元素的相对原子质量。

符 号	同位素的相对原子质量	在自然界中各同位素原子的百分组成
$^{35}_{17}\text{Cl}$	34.969	75.77%
$^{37}_{17}\text{Cl}$	36.966	24.23%

$$34.969 \times 0.7577 + 36.966 \times 0.2423 = 35.453$$

即氯的原子量为 35.453。

同理，根据同位素的质量数，也能算出该元素的近似相对原子质量。如氯元素的近似相对原子质量为

$$35 \times 75.77\% + 37 \times 24.23\% = 35.4846$$

第二节 化 学 键

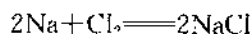
目前，虽然发现了 109 种元素，但是已经发现和合成了物质却数以百万计。为什么仅 109 种元素的原子能够形成这么多种物质呢？为什么原子间相互化合时有一定的数目呢？要弄清这些问题，就必须在原子结构知识的基础上，进一步研究原子在形成分子时的相互作用。

原子既然可以按一定规律相互结合成各种物质，原子间就必然存在着相互作用。实验证明，这种相互作用不仅存在于直接相邻的原子之间，而且也存在于非直接相邻的原子之间。前一种相互作用比较强烈，是使原子相互作用而结合的主要因素。这种相邻的两个或多个原子之间强烈的相互作用，称为化学键。

化学键的主要类型有离子键、共价键和金属键等。

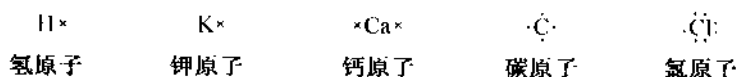
一、离子键

金属钠和氯气可以发生反应，生成氯化钠，即

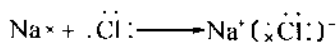


钠原子和氯原子核外都有 3 个电子层。钠原子最外层有 1 个电子，容易失去这个电子，氯原子的最外层有 7 个电子，容易得到 1 个电子，从而使它们的最外电子层都达到 8 个电子的稳定结构。当钠与氯气化合时，钠原子最外电子层上的一个电子转移到氯原子最外电子层上，分别形成了带正电荷的钠离子 (Na^+) 和带负电荷的氯离子 (Cl^-)，钠正离子和氯负离子之间除了有静电相互吸引的作用外，还有电子与电子、原子核与原子核之间的相互排斥作用。当两种离子接近到一定距离时，吸引和排斥的作用达到平衡，阴阳离子间形成了稳定的化学键。这种通过阴、阳离子之间的静电作用所形成的化学键称做离子键。以离子键结合的化合物称做离子化合物。

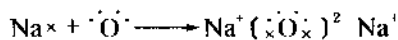
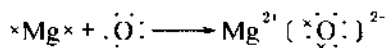
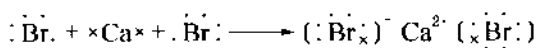
在化学反应中，一般是原子的最外层电子发生变化。为简便起见，可以在元素符号周围用小黑点（或·）来表示原子的最外层电子。这种式子称做电子式。例如：



氯化钠的生成过程用电子式表示为



活泼金属元素（如钾、钠、钙等）与活泼非金属元素（如氯、溴、氧等）化合时，都能形成离子键。例如，溴化钙、氧化镁、氧化钠等都是由离子键形成的。其生成过程可分别用电子式表示为：

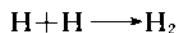


离子是带电荷的原子或原子团。离子所带电荷的正负和数目分别取决于原子成键时电子的得失和得失电子的数目。例如钙和氯起反应生成氯化钙，每个钙原子失去 2 个电子形成 Ca^{2+} ，每个氯原子得到 1 个电子形成 Cl^- 。

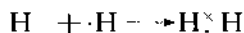
阳离子是由原子失去外层电子形成的。原子失去外层电子后，原子核对其余的核外电子吸引力增强，阳离子的半径比相应的原子半径小。同样，阴离子的外层电子比相应的原子多，但核电荷数没有变化，所以阴离子的半径比相应的原子半径大。

二、共价键

科学实验证明，分子是由原子按一定规律构成的。同种元素的原子构成单质分子。例如，氢分子是由两个氢原子结合而成的。在通常情况下，当一个氢原子和另一个氢原子接近时，就相互作用生成氢分子，即



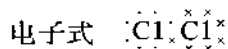
在形成氢分子的过程中，电子不可能从一个氢原子转移到另一个氢原子上，而是为两个氢原子共用，形成共用电子对。这两个共用电子不是属于其中一个氢原子，而是在两个原子核周围运动。这样就把两个原子结合为一个整体，变成一个分子。每个氢原子都具有氦原子的稳定结构。用电子式表示为



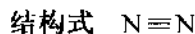
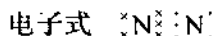
原子和原子间通过共用电子对结合形成的化学键称做共价键。由共价键结合形成的分子称做共价型分子；由共价型分子组成的化合物称做共价化合物。非金属元素的单质及其化合物都是由共价键构成的。

由于在化学上，常用一条短线来表示一对共用电子，因此氢分子又可以表示为 $\text{H}-\text{H}$ 。这种表示的方式称为结构式。

双原子的氯气分子的形成与氢分子相似。两个氯原子共用一对电子，这样每个氯原子都具有氩原子的电子层结构。氯分子的电子式和结构式为



氮分子的形成与氢分子的形成相似。两个氮原子共用 3 对共用电子对，才使每个氮原子达到 8 个电子的稳定结构。氮分子的电子式和结构式为



在以上单质分子中，由于是同种原子形成的共价键，因此两原子吸引电子的能力相同；共用电子对不偏向任何一个原子，在键的中央出现的机会最多，成键的原子呈电中性。这样的共价键称做非极性共价键，简称非极性键。