

高中新课标

◎根据教育部最新教材编写◎



教材全解丛书

# 中学教材全解

ZHONGXUEJIAOCAI  
QUANJIE

总主编 / 薛金星

## 高中化学

2 (必修)

配套山东科学技术出版社实验教科书



陕西人民教育出版社

根据教育部最新教材编写

# 中学教材全解

高中化学 2 (必修)

配套山东科学技术出版社实验教科书



总主编 薛金星  
本册主编 郭正泉

陕西人民教育出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

中学教材全解. 高中化学. 2:必修/薛金星主编;郭正泉分册主编. —西安:陕西人民教育出版社, 2005. 3

ISBN 7—5419—9451—0

I. 中... II. ①薛... ②郭... III. 化学课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 028940 号

## 中学教材全解

高中化学 2(必修)

配套山东科学技术出版社实验教科书

陕西人民教育出版社出版发行

(西安市长安南路 181 号)

各地书店经销 北京市昌平兴华印刷厂印刷

890×1240 毫米 32 开本 10.5 印张 310 字

2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-5419-9451-0/G·8239

定价:13.80 元

# 出版前言

《中学教材全解》系列丛书根据教育部最新教材编写。值此出版之际，我们祝愿《中学教材全解》将伴随您度过中学阶段的美好时光，帮您迈向日夜向往的高等学府。

这套丛书与其他同类书相比具有以下几个鲜明特色：

## 第一，新。

首先是教材新。本书以最新教改精神为依据，以现行初、高中最新教材为蓝本编写。其次是体例新。紧扣教材，步步推进，设题解题、释疑解难、课后自测、迁移延伸，逐次深入。其三是题型(材料)新。书中选用的题型(材料)都是按中考、高考要求精心设计挑选的，让读者耳目一新。

## 第二，细。

首先是对教材讲解细致入微。以语文科为例，小到字的读音、词的辨析，大到阅读训练和作文训练都在本书中有所体现。其次是重点难点详细讲析，既有解题过程又有思路点拨。其三是解题方法细，一题多解，多题一法，变通训练，总结规律。

## 第三，精。

首先是教材内容讲解精。真正体现围绕重点，突破难点，引发思考，启迪思维。根据考点要求，精讲精析，使学生举一反三，触类旁通。其次是问题设置精，注重典型性，避免随意性，注重迁移性，避免孤立性，实现由知识到能力的过渡。

## 第四，透。

首先是对教纲考纲研究得透。居高临下把握教材，立足于教材，又不拘泥于教材。其次是对学生知识储备研究得透。学习目标科学可行，注重知识“点”与“面”的联系，“教”与“学”的联系。再次是对问题讲解得透，一题多问，一题多解，培养求异思维和创新思维能力。

## 第五，全。

首先是知识分布全面。真正体现了“一册在手，学习内容全有”的编写指导思想。其次是该书的信息量大。它涵盖了中学文化课教学全部课程和教与学的全部过程，内容丰富，题量充足。再次是适用对象全面。本书着眼于面向全国重点、普通中学的所有学生，丛书内容由浅入深，由易到难，学生多学易练，学习效果显著。

本系列丛书虽然从策划、编写，再到出版，精心设计，细致操作，可谓尽心尽力，但疏漏之处在所难免，诚望广大读者批评指正。

薛金星于北师大



## 目 录

**第 1 章 原子结构与元素周期律**

.....	( 1 )
本章综合解说 .....	( 1 )
<b>第 1 节 原子结构</b> .....	( 3 )
教材学前准备 .....	( 3 )
教材内容全解 .....	( 4 )
典型例题精析 .....	( 12 )
新课标拓展研究 .....	( 16 )
新教材拓展研究 .....	( 18 )
新课标考题研究 .....	( 21 )
教材精髓萃取 .....	( 22 )
教材习题全解 .....	( 24 )
<b>第 2 节 元素周期律和元素周期表</b> .....	( 25 )
教材学前准备 .....	( 25 )
教材内容全解 .....	( 26 )
典型例题精析 .....	( 34 )
新课标拓展研究 .....	( 39 )
新教材拓展研究 .....	( 41 )
新课标考题研究 .....	( 45 )
教材精髓萃取 .....	( 47 )
教材习题全解 .....	( 51 )
<b>第 3 节 元素周期表的应用</b> .....	( 51 )
教材学前准备 .....	( 51 )
教材内容全解 .....	( 52 )
典型例题精析 .....	( 59 )
新课标拓展研究 .....	( 65 )
新教材拓展研究 .....	( 65 )
新课标考题研究 .....	( 67 )

教材精髓萃取 .....	( 69 )
教材习题全解 .....	( 73 )
<b>全章整合提高</b> .....	( 74 )
知识网络归纳 .....	( 74 )
专题综合讲解 .....	( 77 )
综合题型讲解 .....	( 84 )
课本本章自我评价题全解 .....	( 87 )
高考热点指南 .....	( 89 )

**第 2 章 化学键 化学反应与能量**

.....	( 92 )
本章综合解说 .....	( 92 )
<b>第 1 节 化学键与化学反应</b> .....	( 94 )
教材学前准备 .....	( 94 )
教材内容全解 .....	( 95 )
典型例题精析 .....	( 106 )
新课标拓展研究 .....	( 111 )
新教材拓展研究 .....	( 112 )
新课标考题研究 .....	( 114 )
教材精髓萃取 .....	( 115 )
教材习题全解 .....	( 119 )
<b>第 2 节 化学反应的快慢和限度</b> .....	( 120 )
教材学前准备 .....	( 120 )
教材内容全解 .....	( 121 )
典型例题精析 .....	( 130 )
新课标拓展研究 .....	( 138 )
新教材拓展研究 .....	( 141 )
新课标考题研究 .....	( 145 )



教材精髓萃取 .....	(147)	教材学前准备 .....	(227)
教材习题全解 .....	(150)	教材内容全解 .....	(228)
<b>第3节 化学反应的利用</b>		典型例题精析 .....	(237)
.....	(151)	新课标拓展研究 .....	(243)
教材学前准备 .....	(151)	新教材拓展研究 .....	(245)
教材内容全解 .....	(153)	新课标课题研究 .....	(247)
典型例题精析 .....	(162)	教材精髓萃取 .....	(249)
新课标拓展研究 .....	(169)	教材习题全解 .....	(252)
新教材拓展研究 .....	(171)	<b>第3节 饮食中的有机化合物</b>	
新课标课题研究 .....	(172)	.....	(254)
教材精髓萃取 .....	(174)	教材学前准备 .....	(254)
教材习题全解 .....	(178)	教材内容全解 .....	(255)
<b>全章整合提高</b> .....	(181)	典型例题精析 .....	(271)
知识网络归纳 .....	(181)	新课标拓展研究 .....	(276)
专题综合讲解 .....	(182)	新教材拓展研究 .....	(277)
综合题型讲解 .....	(186)	新课标课题研究 .....	(280)
课本本章自我评价题全解		教材精髓萃取 .....	(283)
.....	(190)	教材习题全解 .....	(289)
高考热点指南 .....	(192)	<b>第4节 塑料 橡胶 纤维</b>	
<b>第3章 重要的有机化合物</b>		.....	(290)
.....	(197)	教材学前准备 .....	(290)
本章综合解说 .....	(197)	教材内容全解 .....	(292)
<b>第1节 认识有机化合物</b>		典型例题精析 .....	(298)
.....	(200)	新课标拓展研究 .....	(303)
教材学前准备 .....	(200)	新教材拓展研究 .....	(303)
教材内容全解 .....	(201)	新课标课题研究 .....	(305)
典型例题精析 .....	(209)	教材精髓萃取 .....	(306)
新课标拓展研究 .....	(214)	教材习题全解 .....	(310)
新教材拓展研究 .....	(216)	<b>全章整合提高</b> .....	(311)
新课标课题研究 .....	(218)	知识网络归纳 .....	(311)
教材精髓萃取 .....	(219)	专题综合讲解 .....	(314)
教材习题全解 .....	(226)	综合题型讲解 .....	(320)
<b>第2节 石油和煤 重要的烃</b>		课本本章自我评价题全解	
.....	(227)	.....	(323)
		高考热点指南 .....	(324)

## 第1章

## 原子结构与元素周期律

## 一、教材地位

化学是研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的自然科学。原子结构与元素周期律是化学理论体系的重要组成部分。

在此之前学习过的有关原子结构的初步知识,为在本章中进一步学习原子的组成与结构奠定了一定的基础;学习的钠、镁、铝、氯、硫、氮等元素及其化合物的知识,为在本章中学习元素周期律和元素周期表打下了必要的物质基础。

通过本章的学习,能够认识原子结构与元素性质之间的密切关系,不同的元素在原子结构与元素性质方面发生变化的规律,元素与其物质之间的性质关系;初步学会从根本上认识化学物质及其变化,以发展的观点和联系的方法学习化学;为在下一章学习化学键及以后更进一步地学习物质结构理论打下良好的基础。

本章的原子结构与元素周期律知识和下面学习的化学键与分子结构知识,构成了较为完整的物质结构理论体系。

## 二、主要内容

本章内容分为三节。第一节原子结构的主要内容是原子及原子核的构成,核外电子的排布。它使我们能够比较完整地认识元素与原子的关系、原子结构与元素性质的关系。第二节元素周期律和元素周期表主要阐释了在元素大家族中各成员之间性质异同的规律及其根本原因。第三节元素周期表的应用简要讲述了元素周期表在化学学习、科学研究和生产实践中的应用。

## 三、SISE 热点

1. 同位素的应用。
2. 碱土金属的应用。
3. 元素周期表在化学学习、科学研究和生产实践中的应用。

## 四、学法建议

首先在已有经验的基础上继续深入认识原子结构,并利用原子结构的知识解释某些元素的部分性质;然后,继续探索元素性质(原子半径、主要化合价)和原子结构(最外层电子的排布)的关系,进而归纳出元素周期律;在掌握元素周期律的基础上学习元素周期表的结构、内涵及其应用。

本章教材概念较多、内容抽象、理论性强。要充分发挥观察、实验、比较、模型、假说等科学研究方法在化学理论研究中的作用;直观思维与抽象思维相结合,归纳推理与演绎推理相结合。



## 第1节 原子结构



## 教材学前准备

## 学习目标

## 知识与技能

1. 认识原子核的结构,懂得质量数和 $Z$ 的含义,掌握构成原子的微粒间的关系,知道元素、核素、同位素的涵义。
2. 了解原子核外电子的排布规律,能画出1~18号元素的原子结构示意图;了解原子的最外层电子排布与原子得失电子能力和化合价的关系。

## 过程与方法

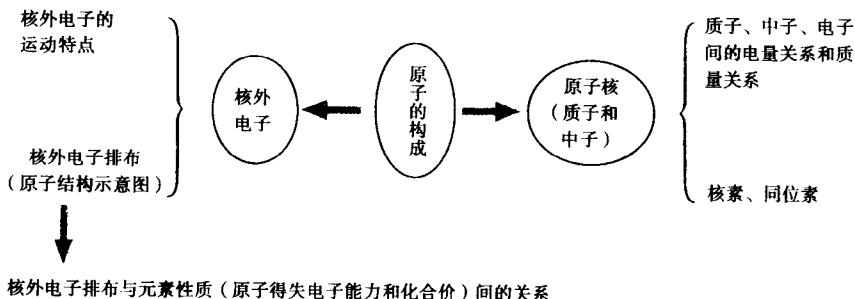
通过对构成原子的微粒间的关系和氢元素、核素等问题的探讨,培养分析、处理数据的能力,尝试运用比较、归纳等方法对信息进行加工。

## 情感、态度与价值观

1. 通过学习人类探索原子结构的历史,了解假说、模型等科学研究方法和科学研究的历程,培养科学态度和科学精神。
2. 通过学习“化学与技术——放射性同位素与医疗”,能自觉关注化学知识在提高人类生活质量中所起的作用;通过学习“未来的能源——核聚变能”,培养关注与化学有关的热点问题的习惯,形成可持续发展的思想。

## 整体感知

本节教材以原子的构成为核心,展开相关内容的讨论。本节教材内容框架为:



## 相关知识

## 1. 分子和原子

分子是保持物质化学性质的最小粒子,分子由原子组成。原子是化学变化中的最小粒子,原子由原子核和核外电子构成。

## 2. 元素

元素就是具有相同核电荷数(即核内质子数)的一类原子的总称。



现在人们已知的元素有 110 多种。由元素的概念可知,一种元素包括若干种原子,这些原子的最本质的共性是核电荷数(即质子数)相同,而不同种元素之间的最本质的区别是核电荷数(即质子数)不同。

## 学法点津

本节学习的重点和难点之一是构成原子的微粒间的关系,抓住中子不显电性、每个质子带一个单位正电荷、每个电子带一个单位负电荷而原子又不显电性的知识,有利于掌握“核电荷数=质子数=核外电子数”的关系;科学地取舍质子、中子和电子的相对质量,有利于掌握“质子数( $Z$ )+中子数( $N$ )=质量数( $A$ )”的关系。本节学习的重点和难点之二是核外电子排布规律,从电子的能量状况以及电子与原子核之间相互作用的角度入手,有利于认识核外电子是分层排布的;分析归纳 1~18 号元素原子的电子层排布的情况,有利于认识核外电子排布规律。



## 教材内容全解

### 联想·质疑

在学习了卢瑟福的核式原子模型:“原子由原子核和核外电子构成,原子核带正电荷,位于原子的中心;电子带负电荷,在原子核周围空间做高速运动”之后,容易产生的新问题是:

(1)原子核是一个不可再分割的整体,还是由多种、多个更小的微粒组成呢?若由多种、多个微粒组成,那么它们又有什么样的性质和相互联系呢?

(2)电子在核外空间运动,是否具有像人造卫星、月亮、地球等物体那样的运动方式?若说有,理由是人造卫星、月亮、地球和电子都是围绕某个中心而运动的物体;若说没有,理由是电子的质量非常小,运动的速度非常大,这可能要导致电子运动的方式截然不同于人造卫星、月亮、地球等运动的方式。

带着这些问题学习原子核的构成和核外电子排布的知识,肯定会顺利闯关,答复满意。

## 知识点一 原子核 核素

### 1. 原子核的构成

### 交流·研讨

材料提供:

表 1-1 列出的是构成原子的微粒——电子、质子和中子的基本数据。

表 1-1

微粒	电子	质子	中子
质量(kg)	$9.109 \times 10^{-31}$	$1.673 \times 10^{-27}$	$1.675 \times 10^{-27}$
相对质量	0.005 484	1.007	1.008
电量(C)	$1.602 \times 10^{-19}$	$1.602 \times 10^{-19}$	0
电荷	-1	+1	0

## 讨论要求:

请根据表中所列数据对下列问题展开讨论与归纳。

- (1) 在原子中,质子数、核电荷数和核外电子数之间存在着什么关系?为什么?
- (2) 原子的质量主要由哪些微粒决定?
- (3) 如果忽略电子的质量,质子、中子的相对质量分别取其近似整数值,那么,原子的相对质量在数值上与原子核内的质子数和中子数有什么关系?

## 讲解与归纳:

(1) 关于原子中质子数、核电荷数和核外电子数之间的关系的问题

由于整个原子不显电性,并且原子

{	核外电子:每个电子带 1 个单位负电荷
	原子核 {
	质子:每个质子带 1 个单位正电荷 中子:中子不显电性

所以在原子中存在下列关系:

核电荷数 = 质子数 = 核外电子数

(2) 关于原子的质量主要由哪些微粒决定的问题

原子核内既有质子又有中子,在原子内,核内质子数等于核外电子数,而一个电子的质量仅为一个质子或一个中子质量的  $1/1836$ ,所以原子的质量主要集中在原子核上,即原子的质量主要由核内的质子数和中子数决定。

(3) 关于原子的相对质量与原子核内的质子数和中子数之间关系的问题

质子和中子的相对质量的近似整数值都是 1。因此,原子核内的质子数与中子数之和就是各质子、中子相对质量的近似整数之和。又因为原子的质量几乎全部集中在原子核上,所以原子的相对质量在数值上等于核内质子数与中子数之和。

原子核内的质子数( $Z$ )与中子数( $N$ )之和叫做质量数( $A$ )。在同一个原子内,质量数( $A$ )具有两个方面的意义:

一是质量数包含着质子与中子的数量关系,即

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

二是质量数( $A$ )在数值上等于该种原子的相对原子质量( $A_r$ )数值的整数部分,即

$$\text{质量数}(A) \approx \text{该种原子的相对原子质量}(A_r)$$

(1) 原子及原子核构成的总结

① 原子由原子核和核外电子构成,原子核带正电荷,并位于原子的中心;电子带负电荷,在原子核周围空间做高速运动(卢瑟福的核式原子模型)。原子核与电子之间存在着强烈的电性吸引力。质子带正电荷,中子不带电,质子和中子依靠一种特殊的力——核力结合在一起。

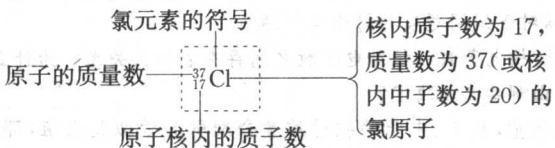
② 通常符号  ${}^A_Z X$  表示一种具有一定质子数和中子数(或质量数)的原子,原子和原子核两个层面上的微粒种类及其数量关系是:

$${}^A_Z X (\text{原子}) \begin{cases} \text{原子核} \begin{cases} \text{质子 } Z \text{ 个} \\ \text{中子 } (A-Z) \text{ 个} \end{cases} \\ \text{核外电子 } Z \text{ 个} \end{cases}$$

(2) 原子及原子核构成的迁移应用



① $^{37}_{17}\text{Cl}$ 中符号和数字的含义



②碳-14( $^{14}_6\text{C}$ )与碳-12( $^{12}_6\text{C}$ )在原子结构上的异同:

a. 核内质子数、核电荷数、核外电子数相同,都是 6。

b. 核内中子数不同, $^{14}_6\text{C}$ 的中子数是 8, $^{12}_6\text{C}$ 的中子数是 6;原子的质量数不同, $^{14}_6\text{C}$ 的质量数是 14, $^{12}_6\text{C}$ 的质量数是 12。

## 2. 元素

元素的种类是由原子核内的质子数决定的。元素是具有相同质子数(核电荷数)的同一类原子的总称。

## 3. 核素

### 观察·思考

材料提供:

科学家们发现有三种原子:氕(piē)、氘(dāo)、氚(chuān),它们的原子结构如图 1-1 所示。

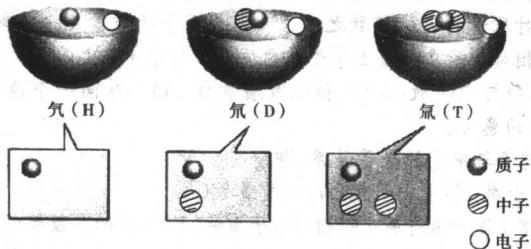


图 1-1 氕、氘、氚的原子结构示意图

思考提纲:

(1) 氕、氘、氚的原子结构有什么异同?

(2) 它们是同一种元素吗?

答案:

(1) H、D、T 的核内质子数相同(均为 1)、核外电子数相同(均为 1),核内中子数不同。H 核内没有中子,D 核内有 1 个中子,T 核内有 2 个中子。

(2) 元素的种类是由原子核内的质子数决定的,人们把具有相同质子数(核电荷数)的同一类原子总称为元素。由于 H、D、T 的核内质子数相同,所以它们属于同一种元素。

# 第 1 章 原子结构与元素周期律

(1) 定义: 具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子叫做核素。

(2) 核素与元素的关系

核素是指具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子, 元素是具有相同质子数(或核电荷数)的同一类核素(原子)的总称。在现已知的 110 多种元素中, 大多数都含着两种或多种不同的核素, 少数的元素只有一种核素, 如表 1-2。

表 1-2

元素	氢(H)			氧(O)			碳(C)			氯(Cl)			铀(U)			氟(F)	钠(Na)
核素	$^1_1\text{H}$	$^2_1\text{H(D)}$	$^3_1\text{H(T)}$	$^{16}_8\text{O}$	$^{17}_8\text{O}$	$^{18}_8\text{O}$	$^{12}_6\text{C}$	$^{13}_6\text{C}$	$^{14}_6\text{C}$	$^{35}_{17}\text{Cl}$	$^{37}_{17}\text{Cl}$	$^{238}_{92}\text{U}$	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{233}_{92}\text{U}$	$^{19}_9\text{F}$	$^{23}_{11}\text{Na}$	

(3) 核素的分类

按照核素是否具有放射性进行分类, 分为放射性核素和稳定性(无放射性)核素, 如碳-14 是放射性核素, 碳-12 是稳定性核素。按照核素的来源进行分类, 分为天然核素和人造核素。

(4) 不同核素之间的性质关系

属于不同元素的核素, 化学性质不同, 属于同种元素的核素, 化学性质基本相同。凡是不同的核素, 物理性质都有一定的差别。

(5) 同种元素里不同核素的自然分布情况

当某种元素具有两种或两种以上的天然、稳定存在的核素时, 无论是在单质还是在化合物里, 任意一种核素在该元素内所占的原子数目百分比都相同。

(6) 原子(核素)的相对原子质量与元素的相对原子质量的关系

原子的相对原子质量, 是一个该原子的质量与一个碳-12 原子质量的 1/12 的比值。元素的相对原子质量是一个平均值, 它等于各种天然、稳定的核素的相对原子质量与在元素里所占原子数目百分比之积的总和, 即:

$$A_r = X \times x\% + Y \times y\% + Z \times z\%$$

上式中的 X、Y、Z 是指某种元素的天然、稳定核素的相对原子质量,  $x\%$ 、 $y\%$ 、 $z\%$  是核素在元素里所占的原子数目的百分比。例如, 氯元素有氯-35 和氯-37 两种天然、稳定的核素, 它们的相对原子质量分别是 34.969 和 36.966, 在氯元素里所占的原子数目百分比分别是 75.77% 和 24.23%, 则氯元素的相对原子质量为:

$$A_r(\text{Cl}) = 34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$$

## 4. 同位素

(1) 定义

质子数相同而中子数不同的同一元素的不同核素互为同位素。

(2) 同位素与核素的关系

核素是指具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子, 由于在 110 多种元素的大多数都有两种或多种核素, 所以核素有数百种。同位素是若干种特定的核素之间的互称, 即质子数相同而中子数不同的同一元素的不同种核素之间的互称。

(3) 同位素与元素的关系

同位素属于同一元素, 一种元素有几种核素就有几种同位素。在现已知的 110



多种元素中,大多数都含有两种或多种同位素,有的元素所含的同位素多达十种左右。在元素周期表里,同位素的位置就是它所属的元素所在的位置。

#### (4)同位素的分类

按照同位素是否具有放射性进行分类,分为放射性同位素和稳定性(无放射性)同位素,如在碳元素中,碳-12是稳定性同位素,碳-14是放射性同位素;在磷元素中,磷-31是稳定性同位素,磷-32是放射性同位素;在钴元素中,钴-59是稳定性同位素,钴-60是放射性同位素。按照同位素的来源进行分类,分为天然同位素和人造同位素。

#### (5)同位素之间的性质关系

化学性质基本相同,物理性质有一定的差别。

#### (6)同种元素里同位素的自然分布情况

当某种元素具有两种或两种以上的天然、稳定存在的同位素时,无论是在单质还是在化合物里,任意一种同位素在该元素内所占的原子数目百分比都相同。

#### (7)元素的相对原子质量与元素所含同位素的相对原子质量之间的关系。

元素的相对原子质量等于各种天然、稳定的同位素的相对原子质量与其在元素里所占原子数目百分比之积的总和,即:

$$A_r = X \times x\% + Y \times y\% + Z \times z\%$$

上式中的 X、Y、Z 是指某种元素天然、稳定同位素的相对原子质量,  $x\%$ 、 $y\%$ 、 $z\%$  是同位素在元素里所占的原子数目百分比。例如,氯元素有氯-35 和氯-37 两种天然、稳定的同位素,它们的相对原子质量分别是 34.969 和 36.966,在氯元素里所占的原子数目百分比分别是 75.77% 和 24.23%,则氯元素的相对原子质量为:

$$A_r(\text{Cl}) = 34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$$

#### (8)同位素的应用

同位素研究的成果,使化学的应用又有了很大的发展,例如:

作核燃料:作核武器或核反应堆的动力性材料。如 $^{235}\text{U}$ 是制造原子弹的原料和核反应堆的燃料。1 g 重氢(D)发生核聚变转化为氦(He)所释放出的能量可使 $4 \times 10^8$  g水变成水蒸气。

金属探伤:放射性同位素能放出 $\alpha$ 射线、 $\beta$ 射线和 $\gamma$ 射线。 $\alpha$ 射线由于贯穿本领强,可以用来检查金属内部有没有沙眼或裂纹,所用的设备叫 $\alpha$ 射线探伤仪。

辐射育种:生物体内的DNA(脱氧核糖核酸)承载着物种的遗传密码,但是DNA在射线作用下可能发生突变,所以通过射线照射可以使种子发生变异,培养出新的优良品种。

消除静电:利用放射性同位素的射线的电力作用,使容易产生静电部位附近的空气电离,变成导电的气体,把积累起来的电荷泄出,使油库、机械等不会因静电而造成危害。

环保治污:利用放射性同位素的射线可以消灭细菌,杀死各种病原体,从而能保护环境使其少受污染。

## 第1章 原子结构与元素周期律

食物保鲜:利用放射性同位素的射线杀死食物中的细菌,使其长期保鲜;还可以防止一些根茎作物的发芽,便于长期保存。

示踪原子:一种放射性同位素的原子核跟这种元素其他同位素的原子核具有相同数量的质子(只是中子的数量不同),因此核外电子的数量也相同,由此可知,一种元素的各种同位素都有相同的化学性质。这样,我们就可以用放射性同位素代替非放射性的同位素来制成各种化合物,这种化合物的原子跟通常的化合物原子一样参与所有化学反应,但它带有“放射性标记”,用仪器可以探测出来。这种原子叫做示踪原子。

棉花在结桃、开花的时候需要较多的磷肥,把磷肥喷在棉花叶子上也能吸收。但是,什么时候的吸收率最高、磷能在作物体内存留多长时间、磷在作物体内的分布情况等,用通常的方法很难研究。如果用磷的放射性同位素制成肥料喷在棉花叶面上,然后每隔一定时间用探测器测量棉株各部分的放射性强度,上面的问题就很容易解决。

人体甲状腺的工作需要碘,碘被吸收后会聚集在甲状腺内。给人注射碘的放射性同位素碘-131,然后定时用探测器测量甲状腺及邻近组织的放射性强度,有助于诊断甲状腺的器质性和功能性疾病。

临床治癌:人体内的癌细胞比正常细胞对射线更敏感,因此利用放射性同位素的射线可以杀死癌细胞或阻止癌细胞分裂以达到治疗恶性肿瘤的目的,这就是医生们说的“放疗”。

用 $^{14}\text{C}$ 考古: $^{14}\text{C}$ 是碳元素的放射性同位素,半衰期是5 730年,相对于碳的另外两种稳定的同位素 $^{12}\text{C}$ 、 $^{13}\text{C}$ 而言, $^{14}\text{C}$ 的含量极少,环境中 $^{14}\text{C}$ 和另外两种同位素的比例几乎不变,因为 $^{14}\text{C}$ 在上层空间由高能宇宙射线以不变的比例产生并分布到生物圈中。它们与周围的环境不断的交换成分,活的有机体中 $^{14}\text{C}$ 与稳定的碳元素的比例相同。然而,当一个有机体死去后,它就停止了与环境交换碳元素,有机体中残存的放射性 $^{14}\text{C}$ 没有被交换掉,而是以 $^{14}\text{C}$ 的特定衰变速度进行衰变。因此,生物体死后, $^{14}\text{C}$ 与稳定碳原子的比例开始以一种规律性、可预计的方式变化。

为了测定已死生物的年龄,科学家们测定残存物中 $^{14}\text{C}$ 与稳定碳原子的比例,并把它与现在有机体的比例进行比较。例如,如果已死有机体中的比例值为活有机体比例值的一半,那么它的年龄就是 $^{14}\text{C}$ 的半衰期——5 730年。 $^{14}\text{C}$ 半衰期法可以精确测定40 000年前物质的准确年代。如果物质的年代更古老一些,那 $^{14}\text{C}$ 的含量将会太小,以至于半衰期法无法使用。

我国1964年开始用 $^{14}\text{C}$ 进行研究,文物考古工作者应用 $^{14}\text{C}$ 断代法取得了许多重大成就,其中有些成果甚至改变了旧的观点。如原来认为河套人、资阳人和山顶洞人等其活动年代为5万年前或5万年前以上,但应用 $^{14}\text{C}$ 断代法证明其均在4万年以内,甚至山顶洞人约是1万多年前,这一研究结果表明旧石器晚期文化变迁和进展速度比考古工作者想像的要快。



## 知识点二 核外电子排布

### 1. 电子的能量状况

任何一个电子都具有一定的能量。在同一原子核外,各电子的能量不尽相同,有的还差别较大。

### 2. 电子运动区域的差别

在含有多个电子的原子中,能量低的电子通常在离核较近的区域内运动,能量高的电子通常在离核较远的区域内运动。

### 3. 电子层

根据电子的能量差别和运动区域的不同,可以认为,电子是在原子核外距核由近及远、能量由低至高的不同电子层上分层排布的。通常把能量最低、离核最近的电子层叫做第一层(K层);能量稍高、离核稍远的电子层叫做第二层(L层);由里往外依次类推,共有7个电子层。

小结:七个电子层的名称与相互关系

表 1-3

电子层名称	第一层	第二层	第三层	第四层	第五层	第六层	第七层
	K层	L层	M层	N层	O层	P层	Q层
电子层与原子核之间的距离	从左向右由近及远						
各电子层之间的能量关系	从左向右由低到高						

### 4. 核外电子排布的规律

(1)核外电子分层排布。

(2)电子首先排在能量最低的电子层里,当能量最低的电子层排满以后,电子才依次排在能量较高的电子层里,直至所有的电子都排完。

(3)每层最多容纳的电子数为  $2n^2$  ( $n$  代表电子层数),而最外层电子数则不超过 8 个(第一层为最外层时,电子数不超过 2 个)。

### 5. 核外电子分层排布的代表方法

人们常用原子结构示意图来简明地表示电子在原子核外的分层排布情况。如钠原子的结构示意图及核电荷数 1~18 的元素的原子结构示意图分别如图 1-2 和图 1-3 所示。

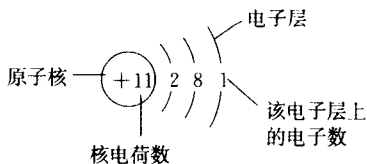


图 1-2 钠原子的原子结构示意图及符号的意义

### 6. 元素的性质与原子的电子层排布的关系

经过分析发现,元素的化学性质与原子的最外层电子排布密切相关。例如,稀有气体原子最外层电子数为 8(氦除外,它的最外层只有 2 个电子),结构稳定,性质不



# 第 1 章 原子结构与元素周期律

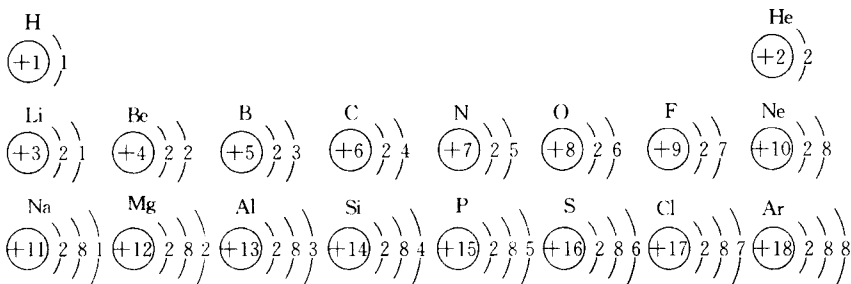


图 1-3 核电荷数 1~18 的元素原子结构示意图

活泼；金属原子最外层电子数一般小于 4，较易失去电子；非金属原子最外层电子数一般大于或等于 4，较易获得电子。

化合价是元素的一种重要性质。元素的化合价的数值与原子的电子层结构，特别是最外层电子数有关。例如，稀有气体原子核外电子排布已达稳定结构，既不易得电子也不易失电子，所以稀有气体元素的常见化合价为零。钠原子最外层只有 1 个电子，容易失去这个电子而达到稳定结构，因此钠元素在化合物中通常显 +1 价；氯原子最外层有 7 个电子，只需得到 1 个电子便可达到稳定结构，因此氯元素在化合物中可显 -1 价。

**小结：**元素的化合价与原子结构的关系

表 1-4

元素	He	Li	O	F	Ne	Na	Mg	Al	S	Cl	Ar
原子最外层电子数	2	1	6	7	8	1	2	3	6	7	8
原子得(+)失(-)电子数	0	-1	+2	+1	0	-1	-2	-3	+2	+1	0
原子得失电子后最外层电子数	2	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8
元素主要化合价	0	+1	-2	-1	0	+1	+2	+3	-2	-1	0

## 一问一答

**问：**通过前面的学习你已经知道，金属钠、金属镁在化学反应中常表现出还原性，而氧气、氯气和单质硫在化学反应中常表现出氧化性，你能用原子结构的知识对这一事实进行解释吗？

**答：**钠、镁原子最外层电子数均很少，分别为 1 个电子和 2 个电子，次外层电子数都是 8。因此，钠、镁原子在化学反应中易失去最外层电子形成最外层为 8 个电子的稳定结构，使金属钠、镁表现为还原性。氧、硫、氯原子最外层电子数均较多，分别为 6 个电子、7 个电子。因此，氧、硫、氯原子在化学反应中易得到电子，形成最外层为 8 个电子的稳定结构，使氧气、单质硫、氯气表现为氧化性。