

现代职业教育系列规划教材

何 鹏 主审

JICHU  
HUAXUE

# 基础化学



唐小清 主编

西北大学出版社

■ 现代职业教育系列规划教材

JICHU  
HUAXUE

# 基础化学

主 审 何 鹏

主 编 唐小清

副主编 范 涛 江 泉 王艳妮

董丽英 刘冬梅 李婷婷

西北大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

基础化学 / 唐小清主编. —西安: 西北大学出版社,  
2016. 9

(现代职业教育系列规划教材)

ISBN 978-7-5604-3929-7

I. ①基… II. ①唐… III. ①化学—职业教育—  
教材 IV. ①06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 202360 号

## 基础化学

主 编:唐小清

出版发行:西北大学出版社

地 址:西安市太白北路 229 号

邮 编:710069

电 话:029-88303313

经 销:全国新华书店

印 装:陕西奇彩印务有限责任公司

开 本:787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张:24.5

字 数:521 千字

版 次:2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5604-3929-7

定 价:48.00 元

# 前 言

Q I A N Y A N

化学课程是大多数职业院校学生必修的一门公共基础课。本课程的任务是，使学生认识和了解与化学有关的自然现象和物质变化规律，帮助学生获得生产、生活所需的化学基础知识、基本技能和基本方法，养成严谨求实的科学态度，提高学生的科学素养和综合职业能力，为其职业生涯发展和终身学习奠定基础。

本教材是根据《中等职业学校化学教学大纲》所规定的内容，并结合职业院校学生自身的学习特点以及专业学习需求编制而成的。教材在保持了知识内容系统性和理论性的基础上，增强了课程内容的针对性和实用性，突出了职业教育的特点，明确了培养目标的定位。教材编写严格按照教育教学规律，积极遵循主体教育和建构主义的教育理论，努力搭建激发受教育者创造性的新型教育教学模式。

根据职业学校的教学特点和学生的学习实际，本教材分为基础模块、职业模块和生活模块三大模块。基础模块包括化学基础理论和元素化合物知识，适合所有专业学生学习之用。职业模块包括汽车运行材料、汽车美容材料、建筑材料、危险化学品等知识，是针对不同专业学生在后续专业课学习过程中对化学知识的实际需求编写而成的。生活模块包括化学与食品、化学与日用品、化学与环境保护几方面内容，是供学生课外阅读之用，强化学生对环境、对社会的责任心，帮助学生形成科学的发展观，提升学生的化学素养。

充分考虑到职业院校学生认识事物的特点和规律，教材图文并茂，既强调科学知识的呈现，同时重视情感态度价值观的培养，力求使教材具有趣味性、可读性，成为学生乐学、教师乐教的教科书。因此在教材呈现形式上我们设计了“知识链接”“资料卡片”“科学探究”“科学视野”“化学史话”“生活中的化学”“知识梳理”“课堂反馈”“知识检测站”几个栏目。

本书由陕西交通职业技术学院何鹏教授主审，陕西交通职业技术学院唐小清主编。编写分工：主编：编写基础模块第4、5、8章，职业模块第1、2、7章；副主编：西安医学院范涛编写基础模块第2、3章，职业模块第5章，生活模块第2、3章和化学实验部分；陕西交通职业技术学院江泉编写基础模块第1章和职业模块第6章，李婷婷编写生活模块第1章，刘冬梅编写职业模块第3、4章；西安高级中学王艳妮编写基础模块第6章；咸阳师范学院附属中学董丽英编写基础模块第7章。



## 基础化学

JICHU HUAXUE

本教材在编写过程中，陕西交通职业技术学院郭建明、王亚平、李占锋、孙少杰老师提供了汽车涂装材料、运行材料、美容材料等方面的宝贵资料，同时还得到陕西交通职业技术学院基础部陈军川主任、师炜副主任，陕西省教学名师西安市第八十九中学董啸，西安石油大学刘雪梅等老师的大力支持和热心帮助，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免有疏漏之处，恳请广大同仁和读者批评指正。

编者

2016年6月

## 基础模块

模块一 化学基础理论模块 .....	(3)
1 物质结构 元素周期律 .....	(3)
1.1 元素周期表 .....	(3)
1.2 元素周期律 .....	(9)
1.3 化学键 .....	(15)
2 溶液浓度的表示方法 .....	(27)
2.1 物质的量 .....	(28)
2.2 气体摩尔体积 .....	(30)
2.3 溶液浓度的表示方法及溶液的配制 .....	(32)
3 化学反应速率 .....	(41)
3.1 化学反应速率 .....	(41)
3.2 化学平衡 .....	(46)
4 氧化还原反应 .....	(54)
4.1 氧化反应和还原反应 .....	(56)
4.2 氧化剂和还原剂 .....	(57)
4.3 氧化还原反应的应用 .....	(57)
5 离子反应 电解质溶液 .....	(61)
5.1 离子反应 .....	(61)
5.2 离子方程式 .....	(63)
5.3 水的电离和溶液的酸碱性 .....	(64)
5.4 盐的水解 .....	(67)
模块二 元素化合物模块 .....	(73)
6 常见金属及其化合物 .....	(73)
6.1 常见的几种金属单质 .....	(73)
6.2 几种重要的金属化合物 .....	(80)



6.3	重要金属离子的检验	(84)
7	常见非金属及其化合物	(90)
7.1	常见的几种非金属单质	(91)
7.2	几种重要的非金属化合物	(95)
7.3	重要非金属离子的检验	(102)
<b>模块三 有机化学基础模块</b>		<b>(110)</b>
8	有机化学基础	(110)
8.1	化石燃料与有机化合物	(110)
8.2	最简单的有机化合物——甲烷	(114)
8.3	烯烃 炔烃	(118)
8.4	苯	(122)
8.5	有机含氧衍生物	(126)
8.6	食品中的有机化合物	(131)
8.7	人工合成有机化合物	(139)

## 职业模块

<b>模块一 通用材料模块</b>		<b>(155)</b>
1	常用金属材料	(155)
1.1	常用金属材料	(155)
1.2	黑色金属材料	(161)
1.3	有色金属材料	(164)
2	常用非金属材料	(174)
2.1	塑料制品 橡胶制品	(174)
2.2	玻璃 陶瓷	(185)
2.3	复合材料	(194)
<b>模块二 汽车材料模块</b>		<b>(198)</b>
3	汽车运行材料	(198)
3.1	车用燃料	(198)
3.2	车用润滑剂和工作液	(213)
4	汽车美容养护用品	(220)
4.1	汽车美容用品	(220)
4.2	汽车养护用品	(228)

5	实用电池 .....	(231)
5.1	概述 .....	(231)
5.2	一次电池 .....	(234)
5.3	二次电池 .....	(239)
5.4	燃料电池 .....	(243)
5.5	化学电源的选择和应用 .....	(247)
<b>模块三 建筑材料模块 .....</b>		<b>(248)</b>
6	建筑材料 .....	(248)
6.1	天然石材 .....	(248)
6.2	石灰 .....	(250)
6.3	水泥 .....	(251)
6.4	石膏 .....	(253)
6.5	沥青 .....	(255)
6.6	建筑中常用的胶黏剂 .....	(257)
6.7	常用的建筑涂料 .....	(258)
<b>模块四 化学安全模块 .....</b>		<b>(260)</b>
7	危险化学品 .....	(260)
7.1	危险化学品定义、分类及特性 .....	(260)
7.2	危险化学品的安全标志、安全标签及安全技术说明书 .....	(268)
7.3	危险化学品生产安全的管理 .....	(276)
7.4	危险化学品储存、运输与包装安全的管理 .....	(278)
7.5	日常用品中的危险化学品 .....	(286)

## 生活模块

1	化学与食品 .....	(289)
1.1	营养素 .....	(289)
1.2	食品添加剂 .....	(306)
1.3	食品安全与卫生 .....	(310)
2	化学与日用品 .....	(327)
2.1	衣物 .....	(327)
2.2	洗涤用品 .....	(332)
2.3	化妆品 .....	(334)



# 基础化学

JICHU HUAXUE

2. 4	宝石 .....	(341)
2. 5	药品 .....	(345)
3	化学与环境保护 .....	(349)
3. 1	化肥 农药 .....	(349)
3. 2	大气污染与防治 .....	(357)
3. 3	水体污染与防治 .....	(359)
3. 4	土壤污染与防治 .....	(369)
附录一	化学实验 .....	(374)
附录二	常用词中英文对照 .....	(377)
参考文献	.....	(380)

# 基础模块

*JICHU HUAXUE*



# 模块一 化学基础理论模块

## 1 物质结构 元素周期律

物质结构和元素周期律是化学的重要理论知识。在初中有关知识的基础上向纵深发展——去认识原子结构和元素周期表的内在联系,再通过数据的分析和实验的体验来认知元素周期表中同主族、同周期元素的性质与原子结构的关系,进而揭示元素周期律,认识到元素的“位—构—性”之间的关系。

### 目标要求

1. 认识原子核的结构,懂得质量数( $A$ )和 ${}^A_ZX$ 的含义。
2. 掌握质量数、质子数、中子数和电子数的相互关系;知道元素、核素、同位素的含义。
3. 了解关于原子核外电子运动特征和排布的初步知识,能画出1~18号元素的原子结构示意图。
4. 了解元素周期表的结构以及周期、族等概念。
5. 了解元素周期律和周期表的意义,认识事物变化由量变引起质变的规律。
6. 了解原子结构、元素性质及该元素在周期表中的位置三者间的关系,初步学会运用周期表。
7. 了解化学键、离子键、共价键的含义。
8. 会判断常见的吸热反应和放热反应;了解化学反应中物质变化和能量变化的实质。

### 1.1 元素周期表

#### 1.1.1 元素周期表

1869年,俄国化学家门捷列夫将元素按照相对原子质量由小到大依次排列,并将化



学性质相似的元素放在一个纵行,制出来第一张元素周期表,揭示了化学元素间的内在联系,使其构成了一个完整的体系,成为化学发展史上的重要里程碑之一。

随着化学科学的不断发展,元素周期表中为未知元素留下的空位先后被填满,周期表的形式也变得更加完美。当原子结构的奥秘被发现后,元素周期表中元素的排序依据由相对原子质量改为原子的核电荷数,周期表也逐渐演变成我们常用的这种形式(如图 1-1-1)。

族 周期		元 素 周 期 表																0				
1	I A	1 H 氢 1.008											2 He 氦 4.003									
2	II A	3 Li 锂 6.941											4 Be 铍 9.012	5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.01	7 N 氮 14.01	8 O 氧 16.00	9 F 氟 19.00	10 Ne 氖 20.18			
3		11 Na 钠 22.99	12 Mg 镁 24.31	III B	IV B	V B	VIB	VII B	VIII						I B	II B	13 Al 铝 26.98	14 Si 硅 28.09	15 P 磷 30.97	16 S 硫 32.07	17 Cl 氯 35.45	18 Ar 氩 39.95
4		19 K 钾 39.10	20 Ca 钙 40.08	21 Sc 钪 44.96	22 Ti 钛 47.87	23 V 钒 50.94	24 Cr 铬 52.00	25 Mn 锰 54.94	26 Fe 铁 55.85	27 Co 钴 58.93	28 Ni 镍 58.69	29 Cu 铜 63.55	30 Zn 锌 65.38	31 Ga 镓 69.72	32 Ge 锗 72.64	33 As 砷 74.92	34 Se 硒 78.96	35 Br 溴 79.90	36 Kr 氪 83.80			
5		37 Rb 铷 85.47	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.91	40 Zr 锆 91.22	41 Nb 铌 92.91	42 Mo 钼 95.96	43 Tc 锝 [98]	44 Ru 钌 101.1	45 Rh 铑 102.9	46 Pd 钯 106.4	47 Ag 银 107.9	48 Cd 镉 112.4	49 In 铟 114.8	50 Sn 锡 118.7	51 Sb 锑 121.8	52 Te 碲 127.6	53 I 碘 126.9	54 Xe 氙 131.3			
6		55 Cs 铯 132.9	56 Ba 钡 137.3	57-71 La-Lu	72 Hf 铪 178.5	73 Ta 钽 180.9	74 W 钨 183.8	75 Re 铼 186.2	76 Os 锇 190.2	77 Ir 铱 192.2	78 Pt 铂 195.1	79 Au 金 197.0	80 Hg 汞 200.6	81 Tl 铊 204.4	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 209.0	84 Po 钋 [209]	85 At 砹 [210]	86 Rn 氡 [222]			
7		87 Fr 钫 [223]	88 Ra 镭 [226]	89-103 Ac-Lr	104 Rf 𨭇* [265]	105 Db 𨭉* [268]	106 Sg 𨭊* [271]	107 Bh 𨭋* [272]	108 Hs 𨭌* [270]	109 Mt 𨭍* [276]	110 Ds 𨭎* [281]	111 Rg 𨭏* [280]	112 Cn 𨭐* [285]	113 Uut [284]	114 Fl 𨭑* [289]	115 Uup [288]	116 Lv 𨭒* [293]	117 Uus [294]	118 Uuo [294]			
镧系		57 La 镧 138.9	58 Ce 铈 140.1	59 Pr 镨 140.9	60 Nd 钕 144.2	61 Pm 钷 [145]	62 Sm 钐 150.4	63 Eu 铕 152.0	64 Gd 钆 157.3	65 Tb 铽 158.9	66 Dy 镝 162.5	67 Ho 铥 164.9	68 Er 铒 167.3	69 Tm 铥 168.9	70 Yb 镱 173.1	71 Lu 镥 175.0						
锕系		89 Ac 锕 [227]	90 Th 钍 232.0	91 Pa 镤 231.0	92 U 铀 238.0	93 Np 镎 [237]	94 Pu 钚 [244]	95 Am 镅* [243]	96 Cm 锔* [247]	97 Bk 锇* [247]	98 Cf 锿* [251]	99 Es 镄* [252]	100 Fm 镆* [257]	101 Md 镈* [258]	102 No 镉* [259]	103 Lr 铹* [262]						

图 1-1-1 元素周期表

按照元素在周期表中的顺序给元素编号,得到原子序数。在发现原子的组成及结构之后,人们发现,原子序数与元素的原子结构之间存在着如下关系:

$$\text{原子序数} = \text{核电荷数} = \text{质子数} = \text{核外电子数}$$

在周期表中,把电子层数目相同的元素,按原子序数递增的顺序从左到右排成横行,再把不同横行中最外层电子数相同的元素,按电子层数递增的顺序由上而下排成纵行。

元素周期表有 7 个横行,叫做周期。每一周期中元素的电子层数相同,从左到右原子序数递增,周期的序数就是该周期元素具有的电子层数。第一周期最短,只有两种元素,第二、三周期各有 8 种元素,称为短周期;其他周期均为长周期。

周期表有 18 个纵行。除 8,9,10 三个纵行叫做第 VIII 族外,其余每个纵行各为一族。族有主族和副族之分。在周期表中,主族元素的族序数后标 A,副族元素的族序数后标 B。稀有气体元素原子最外层电子数为 8(或 2),化学性质不活泼,通常很难与其他物质发生化学反应,把他们的化合价定为 0,因而叫做 0 族。

在周期表中有一些族的元素还有一些特别的名称。例如：

第ⅠA族(除氢)：碱金属元素

第ⅦA族：卤族元素

0族：稀有气体元素

### 1.1.2 元素的性质与原子结构

#### 1. 碱金属元素

#### 科学探究

(1) 查阅元素周期表中的有关信息,填写下表。

	元素名称	元素符号	核电荷数	原子结构示意图	最外层电子数	电子层数	原子半径/nm
碱金属元素	锂						0.152
	钠						0.186
	钾						0.227
	铷						0.248
	铯						0.265

通过观察碱金属的原子结构示意图,你能发现碱金属元素的原子结构有什么共同之处吗?

#### (2) 实验探究

①将一干燥的坩埚加热,同时取一小块钠,擦干表面的煤油后,迅速投入到热坩埚中,观察现象。用钾重复上述实验,观察现象。对比两者与氧气的反应。

②在培养皿中放入一些水,然后取绿豆大的钠,用滤纸吸干表面的煤油,投入培养皿中,观察现象。用钾重复上述实验,观察现象。对比两者与水的反应。

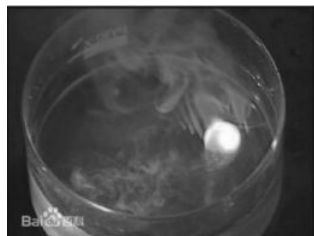


图 1-1-2 钾与水反应

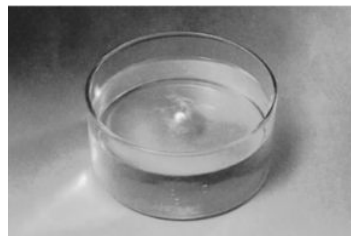


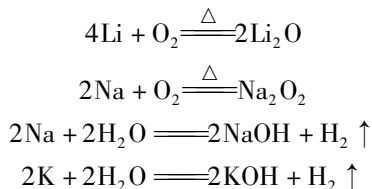
图 1-1-3 钠与水反应

	钾	钠
与氧气反应		
与水反应		

**思考与交流** 通过对比和观察钠和钾的实验,思考并讨论钠和钾的性质有什么相似性和不同。你认为元素的性质与它们的原子结构有关系吗?

通过大量实验和研究,人们得出如下结论:

碱金属元素原子的最外层都有 1 个电子,它们的化学性质相似,都能与氧气等非金属单质以及水反应。例如:



而且,上述反应的产物中,碱金属元素的化合价都是 +1 价。

随着核电荷数的增加,碱金属元素原子的电子层数逐渐增多,原子半径逐渐增大,原子核对最外层电子的引力逐渐减弱。所以,碱金属元素的性质也有差异,从锂到铯金属性逐渐增强,如它们与氧气或水反应时,钾比钠的反应剧烈,铷、铯的反应更剧烈。

碱金属在物理性质上也表现出一些相似性和规律性。例如,除铯外,其余的都呈银白色;它们都比较柔软,有延展性。碱金属的密度都比较小,熔点也都比较低,导热性和导电性也都很好,如液态钠可用作核反应堆的传热介质。

表 1-1-1 碱金属的主要物理性质

碱金属单质	颜色和状态	密度( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	熔点( $^{\circ}\text{C}$ )	沸点( $^{\circ}\text{C}$ )
Li	银白色,柔软	0.534	180.5	1347
Na	银白色,柔软	0.97	97.81	882.9
K	银白色,柔软	0.86	63.65	774
Rb	银白色,柔软	1.532	38.89	688
Cs	略带金色,柔软	1.879	28.40	678.4

## 2. 卤族元素

### 资料卡片

#### 卤素单质的物理性质

卤素单质	颜色和状态	密度	熔点( $^{\circ}\text{C}$ )	沸点( $^{\circ}\text{C}$ )
$\text{F}_2$	淡黄绿色气体	1.69g/L( $15^{\circ}\text{C}$ )	-219.6	-188.1
$\text{Cl}_2$	黄绿色气体	3.214g/L( $0^{\circ}\text{C}$ )	-101	-34.6
$\text{Br}_2$	深红棕色液体	3.119g/cm <sup>3</sup> ( $20^{\circ}\text{C}$ )	-7.2	58.78
$\text{I}_2$	紫黑色固体	4.93g/cm <sup>3</sup>	113.5	184.4

## 思考与交流

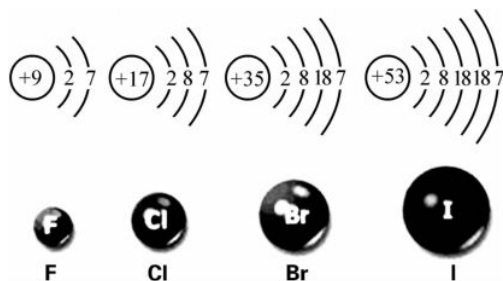


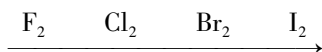
图 1-1-4 卤族元素原子结构和原子大小

根据卤素原子结构,请你推测一下氟、氯、溴、碘在化学性质上所表现的相似性和递变性。

## (1) 卤素单质与氢气反应

$\text{H}_2 + \text{F}_2 \rightleftharpoons 2\text{HF}$	在冷暗处能剧烈化合并发生爆炸,生成的氟化氢很稳定
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照或点燃}} 2\text{HCl}$	光照或点燃发生反应,生成的氯化氢较稳定
$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{HBr}$	加热至一定温度才能发生反应,生成的溴化氢不如氯化氢稳定
$\text{H}_2 + \text{I}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{HI}$	不断加热才能缓慢反应;碘化氢不稳定,在同一条件下同时分解为 $\text{H}_2$ 和 $\text{I}_2$ ,是可逆反应

随着核电荷数的增多,卤素单质与氢气的反应呈下述规律性变化:



剧烈程度: \_\_\_\_\_

生成的氢化物的稳定性: \_\_\_\_\_

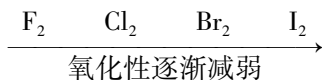
## (2) 卤素单质间的置换反应

类似于通过金属与盐溶液的置换反应可以比较金属还原性的强弱,通过卤素间的置换反应实验,我们也可以比较出卤素氧化性的强弱。

**【实验 1-1】** 完成下列实验,观察现象。写出有关反应的化学方程式。

实验	现象	化学方程式
1. 将少量氯水分别加入盛有 NaBr 溶液和 KI 溶液的试管中,用力振荡后加入少量四氯化碳,振荡、静置		① $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$ ②
2. 将少量溴水加入盛有 KI 溶液的试管中,用力振荡后加入少量四氯化碳,振荡、静置		③

随着核电荷数的增加,卤素单质的氧化性强弱顺序为:



通过比较碱金属单质与氧气、水的反应,以及卤素单质与氢气的反应、卤素单质间的置换反应,我们可以看出,元素性质与原子结构有密切的关系,特别是最外层电子数有关。原子结构相似的一族元素,它们在化学性质上表现出相似性和递变性。

在元素周期表中,同主族元素从上到下原子核外电子层数依次增多,原子半径逐渐增大,失电子能力逐渐增强,得电子能力逐渐减弱。所以,金属性逐渐增强,非金属性逐渐减弱。

### 1.1.3 核素

元素的性质与原子核外电子有密切的关系。那么,元素的性质与原子核有关系吗?

原子的质量主要集中在原子核上,质子和中子的相对质量都近似为1,如果忽略电子的质量,将核内所有质子和中子的相对质量取近似整数值相加,所得的数值叫做质量数。

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

我们知道,元素是具有相同核电荷数(质子数)的同一类原子的总称。也就是说,同种元素原子的原子核中质子数是相同的。那么,中子数是否一定相同呢?

精确的测定结果证明,同种元素原子的原子核中,中子数不一定相同。例如,氢元素的原子核中,中子数不相同,如下表。

氢元素的原子核		原子名称	原子符号( ${}^A_Z\text{X}$ )
质子数(Z)	中子数(N)		
1	0	氕	${}^1_1\text{H}$ 或 H
1	1	氘	${}^2_1\text{H}$ 或 D
1	2	氚	${}^3_1\text{H}$ 或 T

把具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子叫做核素,如 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 就各为一种核素。质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称为同位素(即同一元素的不同核素互称为同位素),如 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 三种核素都是氢的同位素。“同位”即指核素的质子数相同,在元素周期表中占有相同的位置。

天然存在的同位素,相互间保持一定的比率。元素的相对原子质量,就是按照该元素核素原子所占的一定百分比算出的平均值。许多元素都有同位素,如氧元素有 ${}^{16}_8\text{O}$ 、 ${}^{17}_8\text{O}$ 和 ${}^{18}_8\text{O}$ 三种核素;碳元素有 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 和 ${}^{14}_6\text{C}$ 等核素;铀元素有 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 等多种核素;等等。此外,科学家还利用核反应人工制造出很多种同位素。同位素中,有些具有放射性,称为放射性同位素。同位素在日常生活、工农业生产和科学研究中有着重要的用途,如考古时利用 ${}^{14}_6\text{C}$ 测定一些文物的年代, ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 用于制造氢弹,利用放射性同位素释放的射线育种、治疗恶性肿瘤等。