

GAOZHONG HUAXUE AOLINPIKE TONGBU JIAOCAI



高中化学

吴国庆 曹居东 编著
严宣申 刘庆生

综合卷

奥林匹克

同步教材

西南师范大学出版社



GAOZHONG HUAXUE AOLINPIKE TONGBU JIAOCAI



高中化学

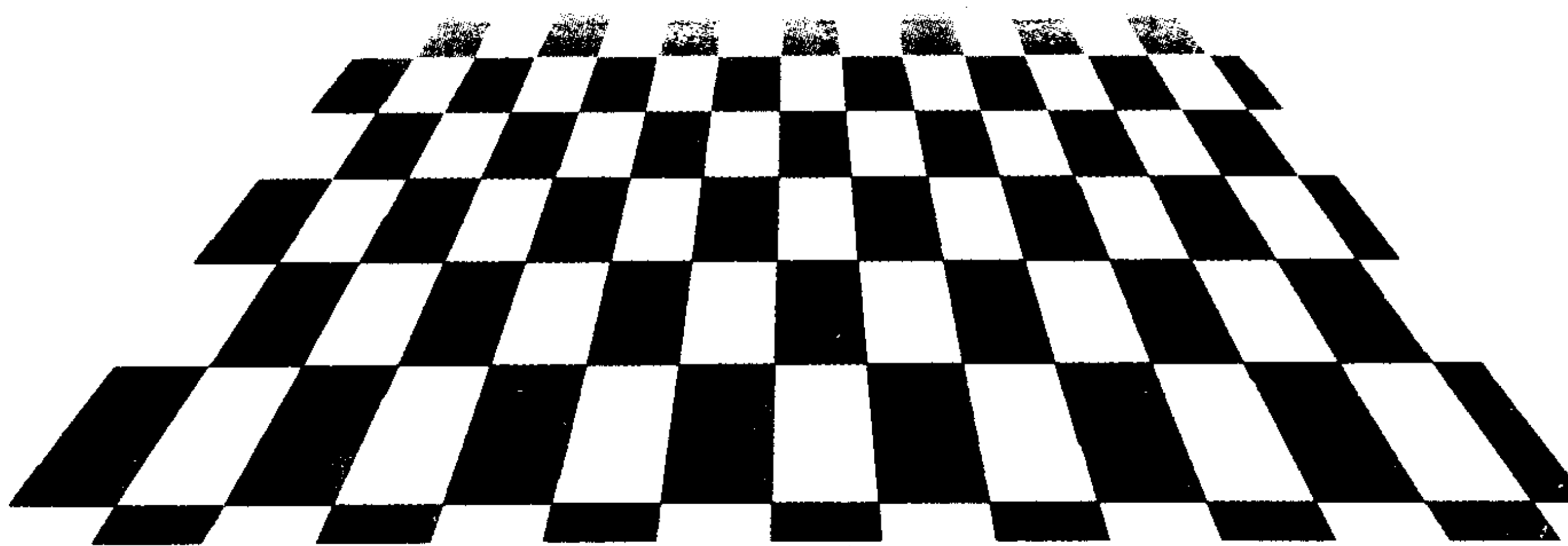
综合卷

吴国庆 曹居东 编著
严宣申 刘庆生

奥林匹克

同步教材

西南师范大学出版社



	奥林匹克金、银、铜牌得主指导教师
	部分作者简介
吴国庆	多位金、银、铜牌得主的指导教师之一 担任数十届国际化学奥林匹克竞赛中国队领队 第 27 届国际化学奥林匹克学术委员会主任和命题组组长 中国化学会科普工作委员会主任 全国化学竞赛命题组组长 中国化学会化学教育委员会副主任 教育部高师教改指导委员会委员兼化学学科组组长
曹居东	多位金、银牌得主的指导教师之一 北京市化学奥林匹克竞赛集训队主教练 中国化学会理事 中国化学会化学教育委员会副主任 中国化学会有机化学学科委员会委员 教育部高校有机化学及高分子专业指导组成员
严宣申	多位金、银、铜牌得主的指导教师之一 第 27 届、第 28 届、第 29 届 国际中学生化学奥林匹克竞赛国家集训队主教练 全国化学竞赛命题组成员

轩植华	多位金、银、铜牌得主的指导教师之一 第 28 届、第 29 届、第 30 届 国际中学生物理奥林匹克竞赛国家队主教练 第 28 届、第 29 届、第 30 届 国际中学生物理奥林匹克竞赛国家队教学领队
缪钟英	第 26 届、第 28 届国际中学生物理奥林匹克竞赛 2 位金牌得主的指导教师之一 全国中学生物理奥林匹克竞赛委员会委员
范小辉	第 26 届 国际中学生物理奥林匹克竞赛 1 位金牌得主的指导教师 全国“五一”劳动奖章得主
刘凯年	第 37 届 国际中学生数学奥林匹克竞赛 1 位金牌得主的指导教师 全国初中数学联赛组委会委员
施 华	第 29 届、第 30 届 国际中学生化学奥林匹克竞赛 2 位银牌得主的指导教师
高建军	第 11 届 国际中学生生物奥林匹克竞赛 1 位金牌得主的指导教师 第 7 届、第 9 届 国际中学生生物奥林匹克竞赛 3 位银牌得主的指导教师
黄国强	第 9 届 国际中学生生物奥林匹克竞赛 1 位金牌得主的指导教师 第 11 届 国际中学生生物奥林匹克竞赛 1 位银牌得主的指导教师
姜 尚	第 10 届 国际中学生生物奥林匹克竞赛 1 位银牌得主的指导教师

卷首语

亲爱的读者,我们正在迈向一个崭新的世纪,怎样树立创新意识,跟上时代前进的步伐,已成为广大青少年面临的富有挑战性的课题。面对世界范围方兴未艾的奥林匹克竞赛,我们把视角投向挖掘广大青少年的创新潜力,推崇发现、发明、革新、开拓、进取的百折不挠的奥林匹克精神。该系列教材在选材和编写结构上,对推进中学学科素质教育,拓展中学生的知识视野,训练中学生的实验操作能力以及培养中学生的社会活动参与意识等方面做出了有益的尝试,并在保持该系列教材初中版优势的基础上再创特色:

同步 与课堂教学同步进行初赛训练,使竞赛训练既是课堂教学的巩固和延伸,又有利于中学生参与高考角逐。

递进 知识水平由浅入深、循序渐进地拓宽和提高,能力训练由初赛的热身训练(见各分册)自然过渡到初赛实战训练(见综合卷),并在保持每分册相对

独立的基础上体现出较强的系统性。

融合 知识生长点注重与新教学思想和新课程标准融合,能力训练注重与社会生活和科研情景融合。

新颖 人有我新的魅力所在

——《高中数学奥林匹克同步教材》注重数学方法的渗透,提高数学竞赛的综合素质能力和应变技能。

——《高中物理奥林匹克同步教材》专题点拨竞赛难点,浓缩物理竞赛解题方法精华,启迪发展多向思维。

——《高中化学奥林匹克同步教材》追踪最新竞赛动态,提问式地分析归纳重点、难点、热点,独具新颖、直观的思维训练匠心。

——《高中英语奥林匹克同步教材》知识水平高于现行人教版教材,能力训练模拟新高考题型,其综合卷与即将实施的新课程标准接轨,听力试题配有录音磁带。

该系列教材凝结着一大批为我国奥林匹克竞赛事业做出成绩的教练员们的热情与心智,他们为了使奥赛训练的宝贵经验连同他们对奥林匹克竞赛内涵的深刻理解尽可能完美地跃然纸上,不辞辛劳地几易其稿,用爱与心的奉献沐浴奥林匹克竞赛的花蕾。

亲爱的读者,我们衷心祝愿高中奥林匹克同步教材伴你走向成功!

出版说明

为了提高我国奥林匹克竞赛初赛训练的整体水平,我们依据化学竞赛初赛大纲,在《高中化学奥林匹克同步教材》(第一册、第二册)的基础上针对高中化学竞赛初赛培训编写此书。本书相对《高中化学奥林匹克同步教材》(第一册、第二册)而言,更具综合性,尤其适合高中生中成绩优秀者课外阅读和初赛训练使用。

本书具有明显优于同类读物的如下特点:

1. 权威性

本书作者多系为我国化学竞赛做出卓越贡献的领军人物暨竞赛大纲制定者和命题人,其内容恰如其份地体现了竞赛训练方向和知识水平。

2. 前瞻性

执全国化学竞赛牛耳的大师,在本书中透彻地评析化学竞赛策略与解题思路,如数家珍般地娓娓道出“物质结构”的来龙去脉,授人以登高望远之“渔”;高屋建瓴地指点“逆推法合成设计简介及有机

物结构推断”这一竞赛热点板块,其可圈可点处已超越竞赛训练本身;有机地将化学实验技能与实验原理探究融为一体,彻底打破了形式化解读中学化学实验的传统模式,给予竞赛实验训练以全新的启示。

3. 可读性

本书在编写上力求使抽象问题形象化,且采用【问题】、【分析与归纳】的阐述手法,以新颖、直观的视觉形式和生动形象的语言文字满足中学生的阅读需求,较好地克服了描述性化学知识枯燥乏味的通弊,具有较强的可读性。

本书第一章“化学原理”和第五章“化学竞赛特点评析”由吴国庆执笔;第二章“元素化学”由刘庆生执笔;第三章“有机化学”由曹居东执笔;第四章“化学实验”由严宣申执笔。

本书在编写与出版的过程中得到王作民和陈辉二位同仁的热情关心和无私的帮助,在此谨致以诚挚的感谢!

目 录

MU LU

第 1 章 化学原理	1
一、物质结构	1
(一) 原子结构	1
知识概要	1
竞赛试题分析	13
能力训练	15
答案与提示	16
(二) 分子结构	18
知识概要	18
竞赛试题分析	29
能力训练	30
答案与提示	31
(三) 晶体结构	32
知识概要	32
竞赛试题分析	44
能力训练	45
答案与提示	46

(四)配位化合物结构	47
知识概要	47
竞赛试题分析	53
能力训练	54
答案与提示	55
二、化学平衡	56
(一)化学平衡常数	56
知识概要	56
竞赛试题分析	58
能力训练	59
答案与提示	60
(二)几种重要的平衡常数	60
知识概要	60
竞赛试题分析	66
能力训练	67
答案与提示	68
三、氧化与还原	70
(一)氧化还原反应方程式的配平	70
知识概要	70
竞赛试题分析	71
能力训练	72
答案与提示	73
(二)原电池和标准电极电势	74
知识概要	74
竞赛试题分析	84
能力训练	87
答案与提示	88

第 2 章 元素化学	89
一、卤族元素	91
知识概要	91
竞赛试题分析	95
能力训练	98
答案与提示	99
二、氧族元素	101
知识概要	101
竞赛试题分析	108
能力训练	110
答案与提示	112
三、氮族元素	114
知识概要	114
竞赛试题分析	120
能力训练	123
答案与提示	124
四、碳、硅、硼	126
知识概要	126
竞赛试题分析	129
能力训练	132
答案与提示	134
五、非金属元素小结	137
六、碱金属和碱土金属	148
知识概要	148
竞赛试题分析	152
能力训练	156

答案与提示.....	157
七、铝、锡、铅	159
知识概要.....	159
竞赛试题分析.....	163
能力训练.....	165
答案与提示.....	166
八、铜副族和锌副族	169
知识概要.....	169
竞赛试题分析.....	173
能力训练.....	175
答案与提示.....	176
九、过渡元素	178
知识概要.....	178
竞赛试题分析.....	183
能力训练.....	185
答案与提示.....	187
 第3章 有机化学	 189
一、结构对有机化合物物理性质的影响	189
知识概要.....	189
竞赛试题分析.....	194
能力训练.....	195
答案与提示.....	196
二、有机化合物的结构对其化学性质的影响	 197
知识概要.....	197
竞赛试题分析.....	243

能力训练·····	252
答案与提示·····	254
三、有机反应的分类、历程及应用·····	256
知识概要·····	256
竞赛试题分析·····	277
能力训练·····	280
答案与提示·····	281
四、逆推法合成设计简介 ·····	283
知识概要·····	283
竞赛试题分析·····	319
能力训练·····	325
答案与提示·····	328
五、有机物结构推断 ·····	330
知识概要·····	330
竞赛试题分析·····	344
能力训练·····	352
答案与提示·····	353
 第 4 章 化学实验 ·····	 356
一、化学实验中常用仪器 ·····	356
知识概要·····	356
竞赛试题分析·····	361
能力训练·····	362
答案与提示·····	363
二、称量、滴定及有效数字处理·····	364
能力训练·····	376
答案与提示·····	385

三、气体的生成、纯化和收集.....	390
知识概要.....	390
竞赛试题分析.....	395
能力训练.....	398
答案与提示.....	402
四、化学反应原理和反应条件	406
知识概要.....	406
竞赛试题分析.....	413
能力训练.....	422
答案与提示.....	432
 第5章 化学竞赛特点评析	438
一、竞赛目标与策略	438
二、竞赛命题思路与解题技巧	443
 附录 全国高中学生化学竞赛基本要求	465

第 1 章

化学原理

一、物质结构

(一) 原子结构

【知识概要】

1. 核外电子的运动状态

原子核外电子的运动状态描述包括空间运动状态和自旋状态两个方面;核外电子的空间运动状态通过能层、能级和轨道 3 个不同层次的概念来描述.

(1) 能层

核外电子首先可按能量高低划分成能层,由低到高(由里向外)依次用 K 、 L 、 M 、 N 、 O 、 P 、 Q 等字母标记;外层电子的能量高于内层,因为从低能层激发到高能层要克服原子核的静电引力,要提供能量(如吸收光子).对于氢原子,处于第一能层(K)时,电子的能量为 -13.6 eV ,处于第二能层(L)时,电子的能量为 $(-13.6 \div 4)\text{ eV}$,处于第三能层(M)时,电子的能量为 $(-13.6 \div 9)\text{ eV}$,等等,完全脱离原子核吸引的电子的能量计为零(若飞离原子核,其动能为其他来源).

(2) 能级

能级也叫亚层. K 层只有一个能级,符号为 $1s$; L 层有 2 个能级,符号为 $2s$ 和 $2p$; M 层有 3 个能级,分别为 $3s$ 、 $3p$ 、 $3d$; N 层有 4 个能级, $4s$ 、 $4p$ 、 $4d$ 、 $4f$;... 归纳:能层中的能级数等于能层序数.处在 s 、 p 、 d 、 f 等不同能级的电子的电子云形状不同.电子云是电子

在核外各点出现的几率分布的形象化描述——电子出现几率大的空间,几率密度大,好比云雾浓一些,所以,整个电子云图像就是电子在原子核外最经常出现的空间(通常取总几率的 90%). 所有 s 电子云都呈球形. 所有 p 电子云(2p、3p、4p、5p…)都呈哑铃形(或双纺锤形),其中心是原子核. d 电子云(3d、4d、5d…)多数呈如花瓣似的以原子核为中心的 4 个纺锤形; f 电子云(4f、5f、6f…)形状更为复杂. 同能层的 ns 、 np 、 nd 、 nf 能级的电子云依次越来越松散.

对于氢原子,只有 1 个电子,处于同一能层不同能级(ns 、 np 、 nd 、 nf …)的电子能量相同;而对于多电子原子,由于电子间相互作用,处于同一能层不同能级的电子能量随 ns 、 np 、 nd 、 nf …的顺序依次递增.

(3) 轨道

在一定能层一定能级上的一定空间取向的电子云可以称为一个轨道,又叫轨函,对于 ns 能级,即 1s、2s、3s、4s…都分别只有一个轨道;而 2p、3p、4p、…都各有 3 个轨道,用 np_x 、 np_y 、 np_z 为符号,如 $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$,它们分别以直角坐标为轴呈双纺锤形,纺锤的轴分别相应于 x 、 y 、 z 轴,双纺锤的连接点为原子核(坐标原点); nd 能级均有 5 个轨道,分别用 nd_{xy} 、 nd_{yz} 、 nd_{zx} 、 $nd_{x^2-y^2}$ 、 nd_{z^2} 为符号,除 nd_{z^2} 外均呈 4 个相互垂直的纺锤形,纺锤的轴在同一个平面上,连接点为原子核(坐标原点),而 nd_{z^2} 形状稍不同,由 z 轴上的双纺锤

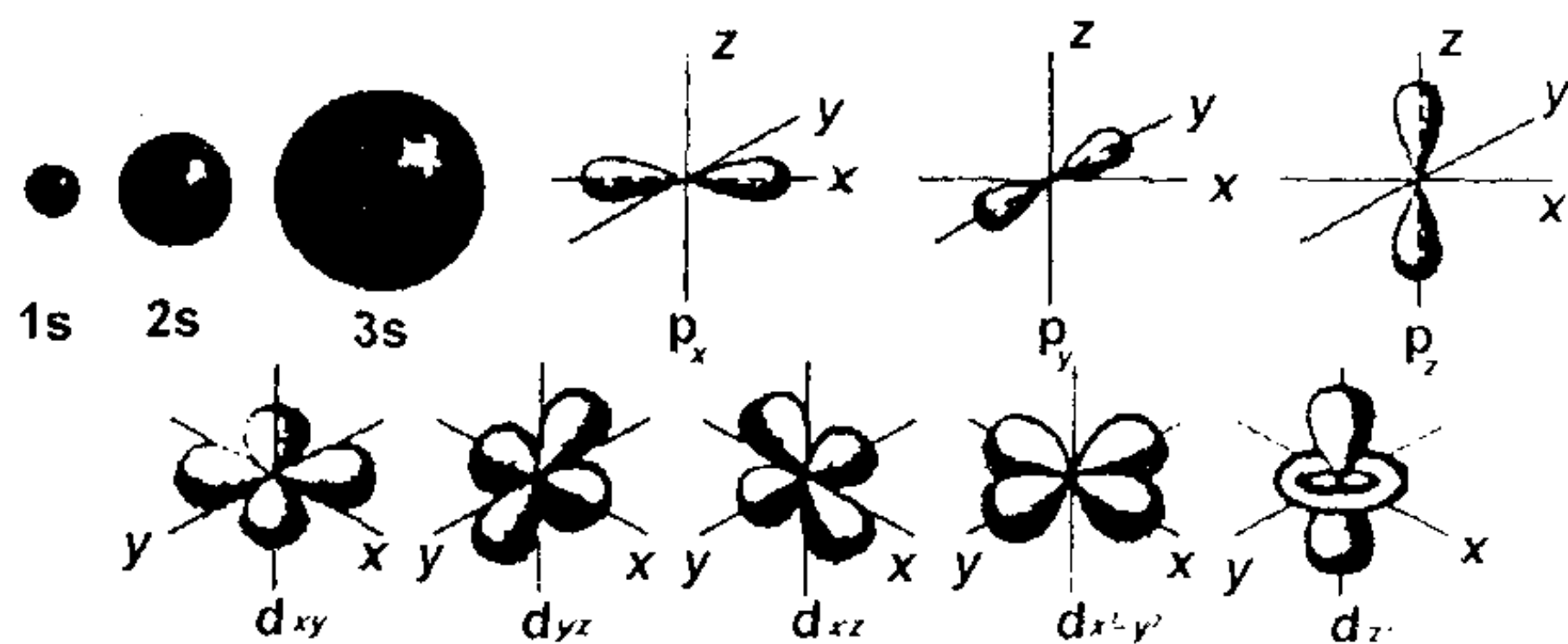


图 1-1 电子云

(注:这些图像只给出了电子云在三维坐标系里的取向,未给出图像的径向细节.)

形与 xy 平面上的手镯状环组成,图形的中心为原子核; nf 电子云共有 7 种取向,即 7 个轨道,形状比 nd 更复杂,因很少应用,不再赘述.

具有一定能层、一定能级和一定轨道的核外电子,称为电子的空间运动状态,如 $3p_x$ 为第 3 能层 p 能级 x 轴上的轨道,是一种空间运动状态,等等.

每一能层的可能空间运动状态数如下(用□表示一个轨道):

能层	能级	轨道	空间状态数
第一能层	(K)	1s □	1
第一能层的空间运动状态数			$1(=1^2)$
第二能层	(L)	2s □	1
		2p □□□	3
第二能层的空间运动状态数			$4(=2^2)$
第三能层	(M)	3s □	1
		3p □□□	3
		3d □□□□□	5
第三能层的空间运动状态数			$9(=3^2)$
第四能层	(N)	4s □	1
		4p □□□	3
		4d □□□□□	5
		4f □□□□□□□	7
第四能层的空间运动状态数			$16(=4^2)$
第五能层	(O)		
.....			$25(=5^2)$
第六能层			

总之,核外电子空间运动状态总数 $= n^2, n = 1, 2, 3, 4 \cdots$

(4) 核外电子的自旋状态

核外电子除有一定空间运动状态外还有一定自旋状态. 电子的自旋可比拟成地球绕轴自转,只有顺时针方向和逆时针方向两种状态,常用向上和向下的箭头($\uparrow$ 和 $\downarrow$)以示区别. 基态(最低能量状态的)原子中,处于同一个空间运动状态的电子自旋状态必相