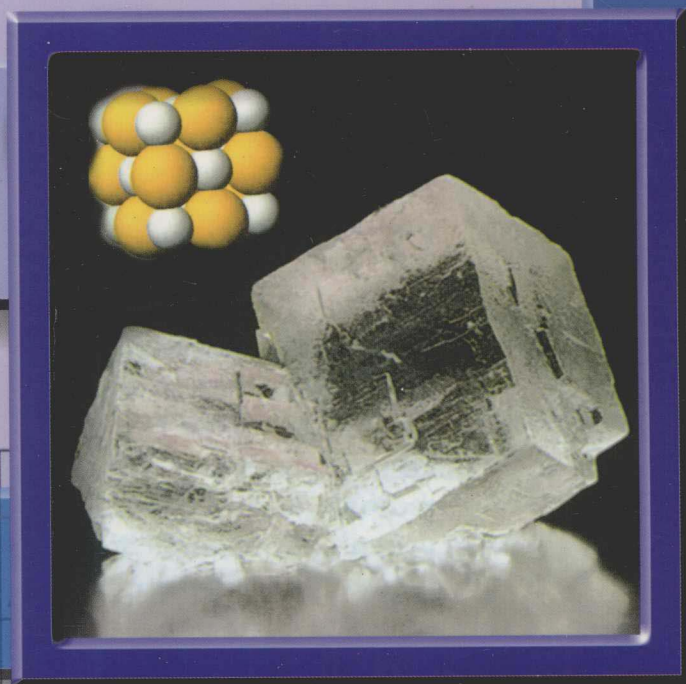


经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过
普通高中课程标准实验教科书

物质结构与性质

CHEMISTRY

族 周期	I A															
1	1 H 氢 1.008															
2	3 Li 锂 6.941		4 Be 铍 9.012													
3	11 Na 钠 22.99		12 Mg 镁 24.31													
4	19 K 钾 39.10		20 Ca 钙 40.08		21 Sc 钪 44.96											
5	37 Rb 铷 85.47		38 Sr 锶 87.62		39 Y 钇 88.91											
6	55 Cs 铯 132.9		56 Ba 钡 137.3		57-71 La-Lu 镧系		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	
7	87 Fr 钫 [223]		88 Ra 镭 226.0		89-103 Ac-Lr 锕系		104 Rf 钨 [261]	105 Db * [262]	106 Sg * [266]	107 Bh * [264]	108 Hs * [269]	109 Mt * [268]	110 * [269]	111 * [272]	112 * [277]	



Ra He I N I
Pb I Hg
Cd
Mg



江苏教育出版社

JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

选修

经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过

物质结构与性质

主编 王祖浩



 江苏教育出版社
JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

选修

主 编 王祖浩
副 主 编 吴 星 刘宝剑 王云生

本册主编 王祖浩
副 主 编 吴 星 陈才锜

普通高中课程标准实验教科书
书 名 物质结构与性质 选修
主 编 王祖浩
责任编辑 丁金芳
出版发行 凤凰出版传媒集团
江苏教育出版社(南京市马家街31号210009)
网 址 <http://www.1088.com.cn>
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京新华丰制版有限公司
印 刷 盐城印刷总厂有限责任公司
厂 址 盐城市纯化路29号(邮编224001)
电 话 0515-8153008
开 本 890×1240毫米 1/16
印 张 5.75
版 次 2004年12月第1版
2005年12月第3次印刷
书 号 ISBN 7-5343-6384-5/G·6079
定 价 7.57元
邮购电话 025-85400774,8008289797
批发电话 025-83249327,83249091
盗版举报 025-83204538

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
欢迎邮购,提供盗版线索者给予重奖

写给同学们的话

亲爱的同学们，首先祝贺你们进入高中学习阶段。回顾初中的化学学习经历，我们有过曲折，但更多的是快乐。虽然只是化学的启蒙，但已经初步了解了化学发展的历程，领略了化学科学的魅力，体验了科学探究的乐趣。高中课程的学习，我们将进一步领悟化学博大精深的科学思想，理解化学与人类文明的密切关系，学到更多有趣、有用的化学。

化学是什么？著名科学家 R. 布里斯罗在就任美国化学会会长期间撰写了一部经典的著作，名为《化学的今天和明天》。在该书的副标题中，化学被神圣地定义为“一门中心的、实用的、创造性的科学”。

与人类已知的几百万种生物相比，已知的化合物已达数千万种，近来每年化学家创造的新化合物就达 100 万种以上。

物质的结构决定物质的性质，物质的性质关系到物质的用途。时至今日，化学家们积累起来的知识和技术虽能使人们根据需要来设计材料的结构，但难以全部如愿。

化学与制药、石油、橡胶、造纸、建材、钢铁、食品、纺织、皮革等与国民经济息息相关的产业衰荣与共。据统计，大约有 50% 的工业化学家活跃在这些行业中。

为了保卫地球、珍惜环境，化学家们开创了绿色时代。“绿色化学”正在努力并且已经能够做到：使天空更清洁，使化工厂排放的水与取用时一样干净。

.....

千姿百态的物质世界与高度发达的科学技术将一个飞速膨胀的知识系统呈现在我们眼前；而千变万化的自然现象诱发出无数充满好奇的中学生的思维火花。在这“多样”与“变化”的背后，同学们或许已隐隐发现，万物都有其变化的规律，这种规律就是通常所说的学问。高中化学课程将以一种新的方式来展现这些学问。

如果说初中阶段，我们只是泛舟荡漾在化学的河川之上，为沿途的旖旎风景所倾倒，那么一旦进入高中，我们会发现眼前的河面越加开阔，景色更加优美。扬起风帆，我们将遨游于神奇的化学海洋之中。

我细心观察过今天的高中学生，欣喜地发现，随着时代的进步，同学们的视野更为开阔，思维愈发活跃。教师们常常在为高中生各种新奇的创意与问题惊讶甚至烦恼的同时，不能不从内心叹服他们对化学内涵的深刻理解，以及表现出来的巨大思维潜力。有了如此乐观的基础，在高中化学必修和选修课程的学习过程中，同学们能体验到实验探究的乐趣，掌握科学研究的方法，感受化学在解决人类面临的重大挑战时所做出的贡献。总之，在学习化学基础知识、基本技能的同时，我们应从简单入手，逐步学会解决复杂的问题，学会用化学的眼光和思维去审视我们赖以生存的世界，为日后参与社会决策打下一定基础，从而获益终身。

《物质结构与性质》作为继高一年级必修课程《化学1》、《化学2》之后的选修课程，她将从原子、分子水平上帮助学生认识物质构成的规律；以微粒之间不同的作用力为线索，侧重研究不同类型物质的有关性质，使学生初步认识物质的结构与性质之间的关系，能从物质结构决定性质的视角去解释一些简单的化学现象，预测物质的有关性质；帮助学生形成有关物质构成的科学观念，学习科学思维和科学研究的方法，提高学生分析问题和解决问题的能力。教材设置了丰富多彩的学生活动和大量生动的学习素材，循序渐进，引导同学们学好物质结构理论。

不同功能的教材栏目体现了作者的编写理念，有助于同学们学习方式的多样化。

【你知道吗】引导同学们回顾已有知识，在新旧知识之间架起“桥梁”，联系自己原有的经验，激发探究的欲望。

【活动与探究】引领同学们积极投身实践活动，在“做中学”的自主探究中享受发现的快乐。

【交流与讨论】设置了一系列的问题情景，引导同学们展开讨论，为充分表现大家的聪明才智和丰富的想像力提供机会。

【观察与思考】展示的实验、模型、图表中蕴涵深刻的化学道理，帮助同学们开启化学思维。

【问题解决】在教材阐述的化学原理、规律之后插入相关的问题，考察同学们知识迁移和解决问题的能力。

【信息提示】以简捷的语言介绍化学的核心概念、基本原理、物质性质和技能方法等。

【化学史话】通过展现化学家探索物质变化的历史，阐述化学科学研究的思想方法，揭示物质结构的奥秘，了解化学理论形成、发展的过程。

【拓展视野】提供更多、更生动的素材，使我们在完成必要的学习任务之余开拓视野，进一步领略化学的奇妙和魅力。

【整理与归纳】对有关的化学现象和知识进行系统的整理，用表格、图示等方法归纳总结出一般的结论。

【回顾与总结】提示同学们参照所给的问题或线索整理知识，以问题的形式联系本专题重点的知识、技能和方法，增加自我反思和评价的力度。

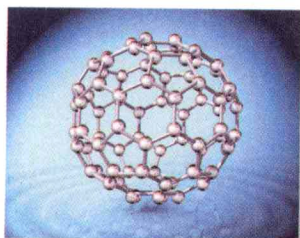
【练习与实践】帮助同学们巩固知识，应用知识解决某些实际问题。

化学，伴随我们一生的科学。在过去的岁月中，我们渴望了解化学，为此我们有过喜悦，也有过失望，但探索的步伐一直没有停息。今天，当我们以一种新的姿态来学习化学、理解化学时，你眼中的物质世界将变得更加美好！让我们充满信心，用智慧和勤奋去完成高中阶段化学选修课程的学习任务，登上更高的台阶。

王祖浩

2005年元月

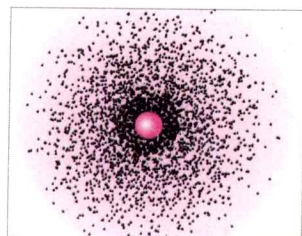
目 录



专题 1

揭示物质结构的奥秘

1



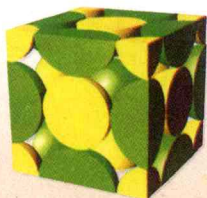
专题 2

原子结构与元素的性质

7

第一单元 原子核外电子的运动..... 8

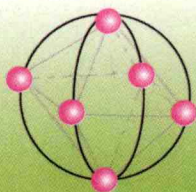
第二单元 元素性质的递变规律.....17



专题 3

微粒间作用力与物质性质 27

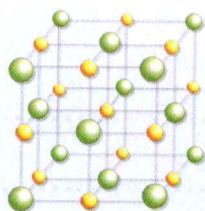
第一单元	金属键	金属晶体	28
第二单元	离子键	离子晶体	34
第三单元	共价键	原子晶体	39
第四单元	分子间作用力	分子晶体	49



专题 4

分子空间结构与物质性质 59

第一单元	分子构型与物质的性质	60
第二单元	配合物是如何形成的	68



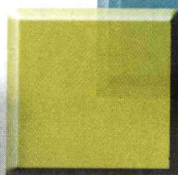
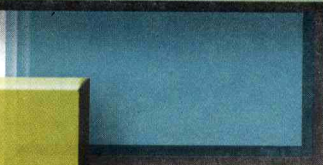
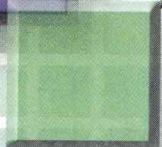
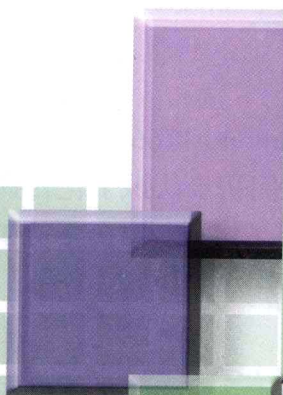
专题 5

物质结构的探索无止境 79

附录	中英文名词对照表	84
	元素周期表	

1
专题

揭示物质结构的奥秘



在我们生活的世界里,物质丰富多彩:有的是大自然赐予我们的,有的是人类通过自身努力不断创造的。这些物质与人类的文明密切联系在一起。

当我们在享受物质世界为我们提供的美好生活时,你是否想过:物质是由什么构成的?为什么物质会发生变化?为什么不同的物质具有不同的性能?如何才能获得具有优异性能的新物质?……寻找这些问题的答案,需要我们进入物质的微观世界,去探索构成物质的微粒的运动规律,去认识物质结构与性质之间的关系。

经过漫长而艰辛的探索,人类已经对物质结构有了一定的认识。但完全揭示物质结构的奥秘,还需要人们坚持不懈地深入研究。

人类探索物质结构的历史

最早提出科学的原子概念的是英国科学家道尔顿(J.Dalton, 1766~1844)。19世纪初,由于化学知识的积累和化学实验从定性研究走向定量研究,人们初步认识了化合物组成的一些规律。在此基础上,道尔顿提出了原子学说。他认为物质由原子组成,原子不能被创造,也不能被毁灭,在化学变化中原子不可再分割,它们的性质在化学反应中保持不变。



交流与讨论

1. 1811年,人们发现在同温同压下,气体反应中各气体的体积互成简单的整数比。例如,1体积氯气和1体积氢气反应生成2体积氯化氢。根据道尔顿的原子论,如果氯气和氢气分别由氯原子、氢原子组成,那么氯化氢又由什么组成?

2. 道尔顿的原子论对化学发展虽有重大的贡献,但它仍存在着一些不足。根据你对原子的认识,试分析道尔顿原子论的缺陷所在,并与同学交流。

1811年,意大利科学家阿伏加德罗(J. Avogadro, 1776~1856)在总结气体反应体积比的基础上,提出了分子的概念,他认为气体分子可以由几个原子构成。1860年,国际化学界接受了50年前阿伏加德罗提出的分子假说,确立了原子分子论,即不同元素代表不同原子,原子按一定方式结合成分子,分子又组成物质,分子的结构直接决定分子的性质。

到1869年,已有63种元素为科学家所认识,测定原子量的工作也有了很大的进展,对各种元素的物理性质和化学性质的研究成果也越来越丰富。在此基础上,俄国化学家门捷列夫又把似乎是互不相干的化学元素依照原子量的变化联系起来,揭示了自然界的一条基本规律——元素周期律,从而把化学元素及其相关知识纳入到一个自然序列变化的规律之中,从理论上指导

了化学元素的发现和应用。到20世纪40年代,人们已经发现了自然界存在的92种化学元素。与此同时,人们又开始用粒子高能加速器来人工制造化学元素。

19世纪中叶以后,对有机化合物的认识也取得了重大进展。碳原子的四价、有机物中碳原子成键的立体构型、有机化合物分子中价键的饱和性等相继被发现,有机合成在一定程度上可以做到“按图索骥”而用不着单凭经验摸索了。这些发现为有机立体化学奠定了基础,对有机化学的进一步发展意义重大。



图 1-1 俄国化学家门捷列夫
(Д. И. Менделеев,
1834 ~ 1907)

19世纪末至20世纪初,物理学有了一系列的重大发现(如电子、氢原子光谱、元素的放射性等),揭开了原子内部结构的奥秘,发现了微观粒子波粒二象性的普遍性。量子力学为化学提供了分析原子和分子结构的理论基础。

在实验方法上,光谱与衍射等用于研究原子、分子和晶体结构的新方法层出不穷,为科学家认识原子、分子结构和性能的关系积累了大量的实验资料,从而有力地推动了化学科学的发展。



图 1-2 测定物质的组成和结构的仪器

量子力学建立之前,科学家们建立了以下几种原子结构模型。

交流与讨论

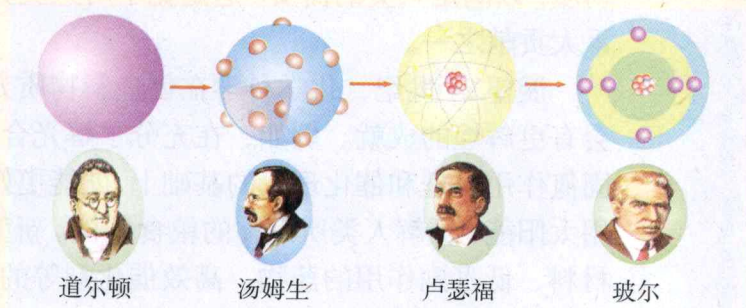


图 1-3 原子结构的演变

请查阅有关资料,并与同学讨论:

1. 支持原子结构模型发生演变的实验事实有哪些?
2. 原子结构模型演变的历史说明了什么科学道理?

研究物质结构的意义



你知道吗

金刚石是自然界硬度最高的物质，石墨质软且能导电， C_{60} 可溶于苯等有机溶剂，碳纳米管具有非同寻常的强度、导电性和热稳定性。这些物质都是由碳元素组成的，但为什么它们的性质和用途却存在很大的差异？

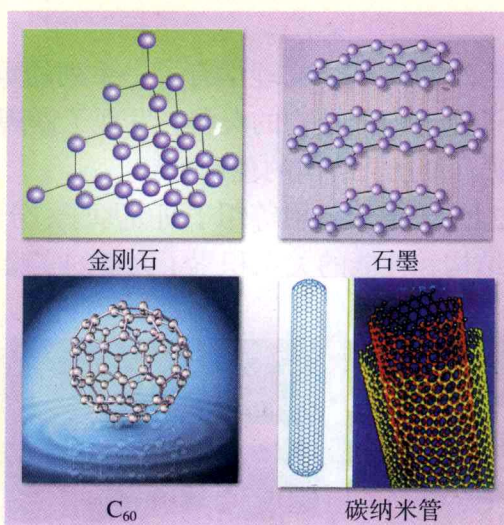


图 1-4 碳的三种同素异形体和碳纳米管的结构模型

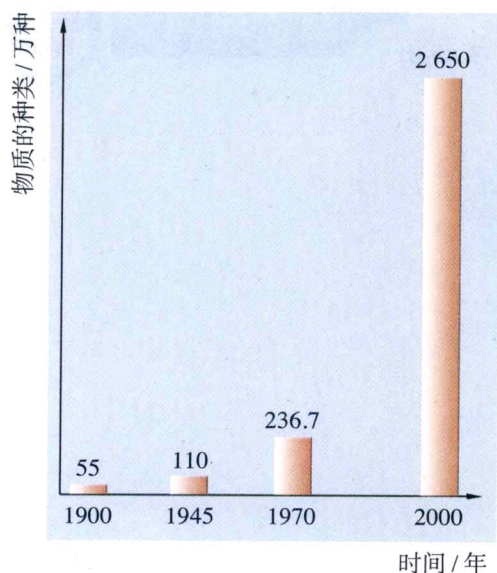


图 1-5 化学合成和分离得到的新物质种数

化学科学发展在化学合成技术上所取得的巨大成就，使化学家能合成或从自然界分离出更多的新物质，以满足人类的需要。这是化学对人类文明的重大贡献之一。

展望 21 世纪，化学科学在创造新物质方面将会有更辉煌的成就。例如，在充分了解光合作用、固氮作用机理和催化理论的基础上，就能更好地利用太阳能，缓解人类所面临的粮食危机。新型信息材料、低毒副作用的药物、高效催化剂等的合成，将进一步提高人类的生活质量，促进社会的可持续发展。研究物质的结构，能够为设计与合成这些新物质提供理论基础；揭示物质的结构与性能的关系，可以帮助我们预测物质的性能。

交流与讨论



回顾以前学习的化学知识，我们会发现有很多问题需要探究：

1. 为什么碳、氮、氧、氟与氢形成的最简单的化合物(CH_4 、 NH_3 、 H_2O 、 HF)中氢原子的数目不相等？
2. 为什么白磷比红磷活泼，氧气比氮气活泼？
3. 为什么氧化镁可用做耐高温材料，硅可用做半导体材料，金属可用做良好的导电材料？
4. 为什么常温下氯气是气体而碘是固体？为什么水在相同条件下比冰的密度大？

.....

你还有哪些问题需要探究？你认为研究物质结构对解决这些问题是否有帮助？将你的想法与同学交流讨论。

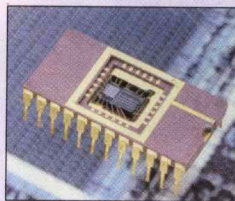
材料是人类社会进步和发展程度的标志之一。人类生活质量的提高和社会的可持续发展，需要研究、开发和应用信息材料、纳米材料、超导材料等新型材料。寻找性能优异的材料，需要研究物质的结构。研究物质结构对了解材料的结构及结构与性能的关系具有极其重大的意义。



太阳能转换材料



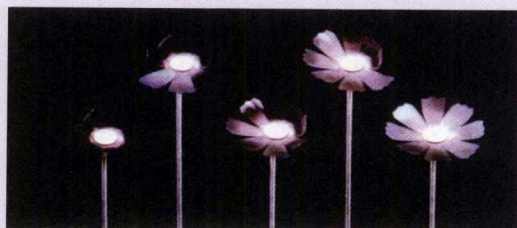
催化材料



半导体材料



特种陶瓷



形状记忆合金

图 1-6 部分新型材料



交流与讨论

查阅资料,与同学交流讨论下列问题:

1. 人类在探索物质结构的过程中,已经取得了哪些重要的成果?
2. 研究物质结构,揭示物质结构与性能的关系,对于提高人类的生活质量和化学科学的发展,有哪些方面的意义?
3. 你认为通过对物质结构与性质的研究,能够解决哪些方面的问题?

化学已广泛地进入生命科学领域,从分子水平探索生命现象的本质离不开对物质结构的研究。1980至1997年间,与生命科学有关的研究成果被授予诺贝尔化学奖的就有七八项之多。生命科学中许多重大问题的解决,如生物分子的结构与其相应功能的关系、若干重要生物分子的反应机制、酶催化机理、手性生物分子和手性药物的作用机制、抗癌药物的设计和筛选等,都需要物质结构理论与分析测试技术的支持。

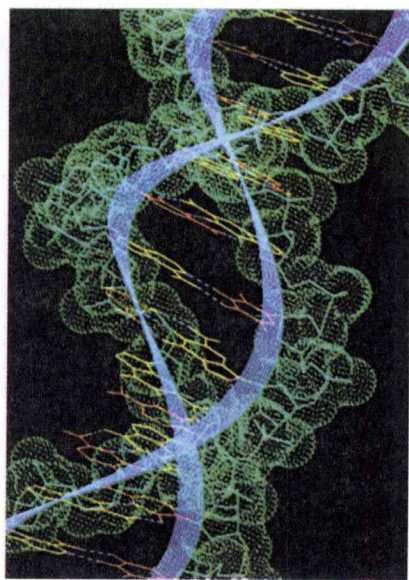
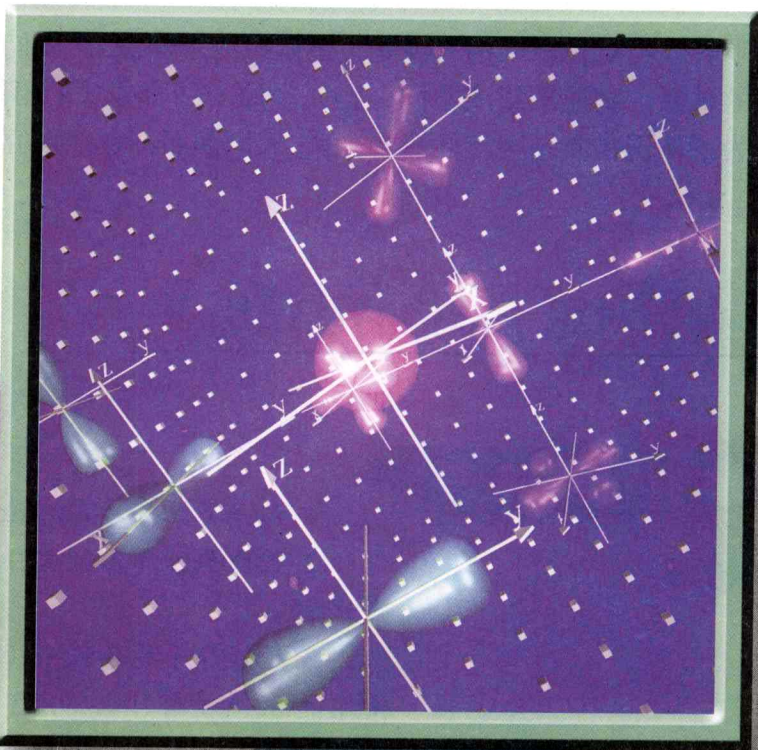


图 1-7 DNA 结构示意图

实现社会的可持续发展,期待着物质结构研究方面的新成果。为了满足人类生活和生产的需要,人类每年都从实验室或工厂制造出成千上万种化学物质。新物质的制造,在提高人们生活质量的同时也可能带来环境的污染与破坏。实现用简单、安全、环境友好的操作,快速、定量地把价廉、易得的起始原料转化为人类所需求的物质的绿色合成方法,需要研究物质的转化规律,研究催化剂的结构和催化机理,合成具有高活性和选择性的催化剂,这些问题的解决都依赖于对物质结构深入的研究。



- **第一单元**
原子核外电子的运动
- **第二单元**
元素性质的递变规律

第一单元 原子核外电子的运动

随着人类对物质结构与性能关系认识的不断深入,人们发现物质的性质与它们的结构有着密切的关系。物质的组成不同,物质中原子结合方式的不同,物质往往表现出不同的性质。

为了认识物质结构与性能的关系,人们锲而不舍地探究原子的结构和原子核外电子的运动规律。

人类对原子结构的认识历史



你知道吗

1. 原子是由哪些基本微粒构成的?
2. 构成原子的各种微粒是否带有电荷? 为什么原子是电中性的?
3. 构成原子的各种微粒在数量上有什么规律? 这些微粒的体积和质量有什么特点?

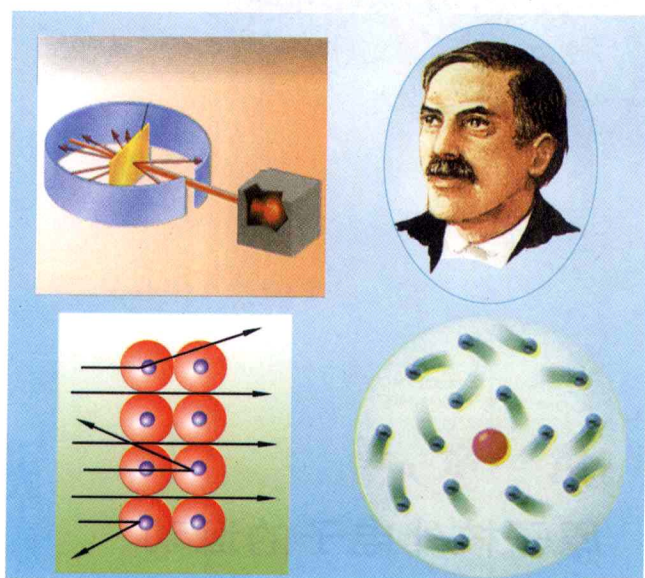


图 2-1 卢瑟福 (E.Rutherford, 1871 ~ 1937) 根据 α 粒子散射实验提出原子结构有核模型

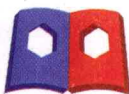
原子的内部世界充满了无穷的奥秘。20世纪初,科学家们通常是这样来认识原子结构的:根据实验事实,经过推理提出原子结构的模型。再根据新发现的实验事实对提出的原子结构模型进行修正,提出新的原子结构模型。

1911年,英国物理学家卢瑟福通过 α 粒子的散射实验,提出了原子结构有核模型。卢瑟福认为原子的质量主要集中在原子核上,电子在原子核外空间高速运动。由于卢瑟福对原子结构研究的杰出贡献,人们称他为“原子之父”。

1913年,丹麦物理学家玻尔研究了氢原子光谱后,根据量子论的观点,突破传统束缚,提出了新的原子结构模型:原子

核外电子在一系列稳定轨道上运动,核外电子在这些稳定轨道上运动时,既不放出能量,也不吸收能量。玻尔的原子结构模型在当时引起了科学界的高度重视。

化学史话



物理学家玻尔

尼尔斯·玻尔出生于丹麦的哥本哈根,到英国学习后,成为汤姆生和卢瑟福的学生。他把普朗克的相关理论与卢瑟福的原子结构模型相结合,较好地解释了氢原子光谱,发展了新的原子结构理论,并因此获得1922年的诺贝尔物理学奖。



图 2-2 物理学家玻尔
(N. Bohr,
1885 ~ 1962)

拓展视野



氢原子光谱与玻尔的原子结构模型

氢原子是最简单的原子。若在真空放电管中充入少量氢气,通过高压放电,能发出不同波长的光,利用三棱镜可观察到不连续的线状光谱。

1885年,瑞士的一位中学教师巴尔末(J. J. Balmer)在研究氢原子的可见光谱谱线时发现,氢原子的可见光谱谱线的波长符合一定的规律,他将其归纳为一个数学公式。然而,当时谁也无法解释氢原子光谱谱线的特征。

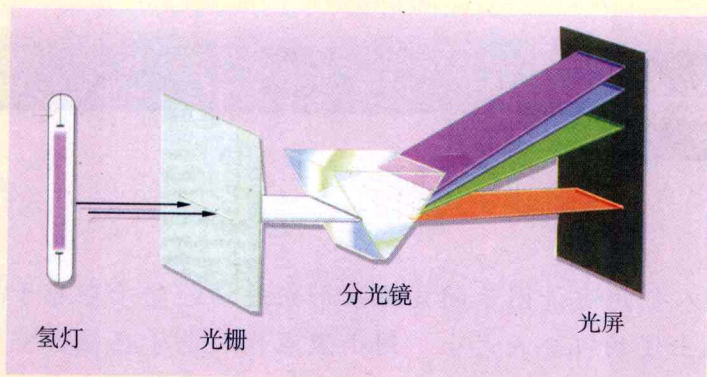


图 2-3 氢原子光谱的谱线

玻尔当时认为,巴尔末能用数学公式表示出氢原子光谱谱线波长的规律,说明氢原子光谱的产生必有它的结构原因。受普朗克量子论和爱因斯坦的光子学说的启发,玻尔吸

收了卢瑟福的原子结构有核模型的合理成分，于1913年提出了新的原子结构假说。

玻尔指出，原子核外电子在具有确定能量的轨道上运动，当原子不受外界影响时，电子既不吸收能量也不放出能量。不同的原子轨道具有不同的能量，轨道能量的变化是不连续的，即量子化的。当电子吸收了能量（如光能、热能等）后，就会从能量较低的轨道跃迁到能量较高的轨道上。处于能量较高轨道的电子不稳定，会回到能量较低的轨道上，当电子从能量较高的轨道回到能量较低的轨道时发射出光子，发出光的波长取决于两个轨道的能量之差。

玻尔的原子结构假说解释了氢原子线状光谱。然而，玻尔原子结构模型也存在着很大的局限性，如运用玻尔原子结构模型无法解释氢原子光谱精细结构，更无法解释多电子原子的光谱。玻尔原子结构假说很快就被后来建立的量子力学有关理论所取代。

科学研究发现，原子核外电子的运动不遵循宏观物体所具有的运动规律。那么如何阐述原子核外电子的运动状态呢？科学家们采用统计方法来描述电子在原子核外某一区域出现的机会。

电子在原子核外空间出现的机会是有规律的。如氢原子核外电子，当处于能量最低状态时，电子主要在原子核周围的球形区域内运动。运动区域距离核近，电子出现的机会大；运动区域距离核远，电子出现的机会小。

科学家们经过近一个世纪的研究，已经基本揭开原子结构的面纱。

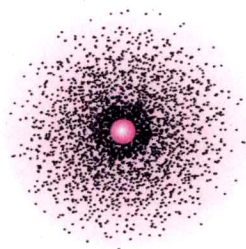


图 2-4 处于能量最低状态的氢原子的电子云示意图

资料卡

电 子 云

人们用统计图示的方法来形象地描绘电子在原子核外空间出现的机会的大小。用小黑点代表电子在核外空间区域内出现的机会，小黑点的疏密与电子在该区域内出现的机会大小成正比。用小黑点的疏密来描述电子在原子核外空间出现的机会的大小所得到的图形叫做电子云（electron cloud）图。