

课外工程



课外 化学

陆婉珍 李 士 主编

高中三年级

人民出版社



《课外化学》编委会

顾 问 周光召

主 编 陆婉珍 李 士

执行主编 母庚才 杨秀雯 刘冉冉

编 委 (排名不分先后)

周光召	陆婉珍	李 士	母庚才	杨秀雯
刘冉冉	赵 炬	张 放	王瑛玮	崔东升
姚 雪	王连笑	李果民	谷明杰	黄儒兰
王永惠	王 丽	臧 嵘	周兴旺	郭为民
邵二湘	郭菊英	张敬武	王方薇	刘金英
王合义	王洪智	王海英	王 浩	王灼坤
杨笑岩	韩 冰	吕学林	袁 爽	任子平
韩宏璋	张春秋	王秀娟	王 萍	张 维
肖 芳	杨 玲	侯立瑛	张 明	董 莉
徐秀清	王世瑩	郗昌盛	孙 力	邵德彪
沈 凯	梁振义	刘安利	史 明	张世云
何慕彬	苏长质	李 颖	左 红	殷 悦
沃忠明	李 盈	武培荣	郑源洁	聂光杰
王 萍	赵 颖	刘 刚	官晓华	王瑞芝
李 馨	赵玉良	于振丽	李恩惠	李伯生
冀云胜	林静虹	黄庭柏	王金茹	励凌泉

闫班	宝康	龙瑛	武刘	志玲	民香	管柯	建育	新璧	唐孙	云京	汉新	李新	黔乘
冯燕	波	陈建	邓跃	茂学	王龚	王宝	薇华	敏旭	王李	云芳	华	李素	仁华
刘莉	湄	李唐	陈晓	辉红	么管	惠管	敏旭	梅春	吴严	卫娟	秋通	张京	艳秋
黄继	良	孟胜	唐孟	修迎	石桂	梅春	文信	曹小	张素	斌文	敏明	赵李	博敏
王夏	芳	安林	崔保	静霞	芮王	玉齐	利宾	李夏	全曹	铭立	松成	李王	东明
李金	梅	王彩	李李	杰雷	王张	春燕	君贵	贾海	李铭	逸威	成栋	胡成	雪松
王秀	玲	李李	李李	雷静	程王	明范	范	白俊	夏海	平丽	芳军	吴刘	成栋
李建	平	王范	王范	英敏	程王	明范	范	王李	贾海	平丽	芳军	刘李	成栋
李秀	明	王范	王范	英敏	程王	明范	范	王李	贾海	平丽	芳军	刘李	成栋
杨爱	江	王范	王范	英敏	程王	明范	范	王李	贾海	平丽	芳军	刘李	成栋
周铮	秋	王范	王范	英敏	程王	明范	范	王李	贾海	平丽	芳军	刘李	成栋
雷锦	秋	王范	王范	英敏	程王	明范	范	王李	贾海	平丽	芳军	刘李	成栋

责任编辑：赵 炬 王瑛玮 张 放

编 务：姚 雪 崔东升

版式设计：王珏菲

“课外工程”

前言

今天的中小學生，進入了一個更注重素質提升和能力的培養的時期。一個人，在步入社會前的綜合素質狀況，差不多決定了他的未來前程。素質教育實際是一項系統工程，單靠學校的教育是難以實現的，而要靠整個社會的力量來共同建造。這套被稱之為“課外工程”的書，就是由當今中國最具聲望的專家學者們親自參加建造的。他們關心着中小學生的健康成長，為“減負”後的中小學生建造了這座陶冶素質、鍛造能力的“課外學堂”。

在中國的出版史上，可能還沒有過這樣的場面——集如此眾多并如此拔尖、極富聲望的專家學者來為中小學生建造如此規模的“課外工程”。我們不妨來看看這項工程的構建：

著名作家王蒙、劉心武——主編《課外語文》（從小學一年級到高中三年級，每學年一冊，共十二冊），主編《課外作文》（小學、初中、高中各一冊，共三冊）

著名英語教育家薄冰——主編《課外英語》（從初中一年級到高中三年級，每學年一冊，共六冊）；

著名社會學家費孝通——主編《課外歷史》（從初中一年級到高中三年級，每學年一冊，共六冊），主編

《课外地理》(初中二册、高中三册,共五册);

著名科学家中国科学院院士周光召、陆婉珍——顾问和主编《课外数学》(从小学一年级到高中三年级,每年级一册,共十二册),《课外物理》(初中二册,高中三册,共五册),《课外化学》(初中一册,高中三册,共四册),《课外生物》(初中二册,高中二册,共四册);

著名学者季羨林——主编《课外知识》(上、下二册);

著名心理学家林崇德——主编《课外心理》(小学三册,初中一册、高中一册,通用本一册,共六册)。

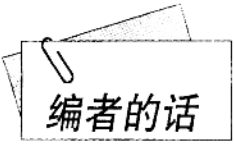
在这些极富声望的专家学者的旗帜下,聚集了一群十分优秀的作者。“课外工程”各书的编写者,大都是中国著名的特级教师,如**王连笑老师**是“苏步青教育奖”的获得者,**黄儒兰老师**是国家有突出贡献的教育专家。首都师范大学出版社编审**母庚才先生**、天津大学出版社编审**杨秀雯女士**、科学普及出版社社长**李士先生**、中央教育科学研究所心理研究室主任**俞国良教授**、人民教育出版社编审、历史学家**臧嵘先生**、辽宁社会科学院研究员**李兴武先生**和**魏建勋先生**、首都师范大学历史系副教授**周兴旺先生**、北京 21 世纪小学数学教材主编**郭为民老师**、天津市南开中学特级教师**谷明杰老师**、北京八中特级教师**王永惠老师**、天津市教育教学地理教研室主任特级教师**王丽老师**、天津市数学普及教育委员会副

主任**李果民老师**，等等，也都参加了编写工作。所有参加编写的人，都对“课外工程”不去通过教育系统的行政的指令性的发行，而是通过新华书店任学生自愿选择而感到无比的欣慰，编写起来也更为认真、更加负责。

“课外工程”成功地跳出了“课内学习”的框子和局限，有效地拓宽了学生的知识视野，起到了与“课内教学”相辅相成、相互补充的作用。“课内教学”担负了对学生的基础教育，“课外工程”则让学生运用所学到的课内基础知识来拓宽文化视野，用课外充实课内，拓展和深化课内，使课内与课外相映成趣，相得益彰，从而使学生有效地掌握科学的学习方法和学习各种不同学科的思维方式，以切实提高学生的各科学学习成绩，促进课内学习产生质的飞跃。这就是说，“课外工程”紧紧抓住了学生最关心的提高自身素质的大问题。

在“课外工程”的专家鉴定会上，专家们颇为感慨地调侃道：“课外工程”与“课内教程”相结合，向人们揭示出这样的道理——全面提高学生素质必须要两手抓，一手抓“课内”，一手抓“课外”，两手都要硬。

学生的课外生活应该是丰富多彩的，阅读课外的书籍是学生课外生活的选择之一。“课外工程”永远是学生课外生活的快乐选择，它拒绝对此没有兴趣的人，只青睐于喜欢它的人。



编者的话

化学是自然科学的一门基础性学科。为帮助学生学好化学和掌握好科学方法，我们编写此书奉献给学生。

《课外化学》以人教版最新修改的教科书为蓝本，以现行教学大纲(最新版)为依据，分章编写。本书特色突出、立意新颖，每章均分为四部分，具体栏目如下：

〔知识规律建模〕：阐述每章中应掌握的知识要点，归纳知识间联系，建立知识结构和规律，明确知识的广度和深度。

〔科学方法指津〕：编选的典型问题是学生在学习碰到的难题、易错题及高考的热点题。通过思路分析，突出点拨解题的思维方法和多种解题方式，并介绍巧解速算。使学生由知识的理解转化为灵活的运用，是提高学生解决问题能力的关键。

〔化学知识博览〕：立意打破框框，开拓视野。在选材上，结合所学知识，介绍现代高科技有关的前沿发展信息。重视知识实用性、趣味性、新颖性，有利于学生思路的开拓创新。

〔强化知识训练〕：精选适量试题，力求题型多样，覆盖面大。既注意了基础知识的训练，又注重了综合运用知识能力的提高。



目录

“课外工程”前言 编者的话

上 篇

(第三册知识学习)

第一章 晶体的类型与性质	(1)
一、知识规律建模	(1)
二、科学方法指津	(2)
三、化学知识博览	(4)
四、强化能力训练	(6)
第二章 胶体的性质及其应用	(11)
一、知识规律建模	(11)
二、科学方法指津	(12)
三、化学知识博览	(15)
四、强化能力训练	(16)
第三章 化学反应中的物质变化和能量变化	(19)
一、知识规律建模	(19)
二、科学方法指津	(22)
三、化学知识博览	(29)
四、强化能力训练	(32)
第四章 电解原理及其应用	(37)
一、知识规律建模	(37)
二、科学方法指津	(38)
三、化学知识博览	(41)



四、强化能力训练	(43)
第五章 硫酸工业	(46)
一、知识规律建模	(46)
二、科学方法指津	(46)
三、化学知识博览	(49)
四、强化能力训练	(50)
第六章 化学实验方案的设计	(53)
一、知识规律建模	(53)
二、科学方法指津	(54)
三、化学知识博览	(58)
四、强化能力训练	(58)
第七章 物质的检验	(60)
一、知识规律建模	(60)
二、科学方法指津	(61)
三、化学知识博览	(63)
四、强化能力训练	(64)

下 篇

(高中化学总复习)

第一章 化学基本概念	(67)
一、复习内容概要	(67)
二、复习方法指津	(72)
三、强化能力训练	(81)
第二章 化学基本理论	(93)
第一节 物质结构 元素周期律	(93)
一、复习内容概要	(93)
二、复习方法指津	(96)
三、强化能力训练	(102)
第二节 化学反应速率 化学平衡	(108)
一、复习内容概要	(108)
二、复习方法指津	(110)
三、强化能力训练	(122)



第三节 电解质溶液	(128)
一、复习内容概要	(128)
二、复习方法指津	(132)
三、强化能力训练	(139)
第三章 常见元素及其重要化合物	(148)
一、复习内容概要	(148)
二、复习方法指津	(155)
三、强化能力训练	(171)
第四章 有机化学	(186)
一、复习内容概要	(186)
二、复习方法指津	(191)
三、强化能力训练	(210)
第五章 化学实验	(223)
一、复习内容概要	(223)
二、复习方法指津	(224)
三、强化能力训练	(241)
第六章 化学计算	(258)
一、复习内容概要	(258)
二、复习方法指津	(259)
三、强化能力训练	(284)
高考模拟试卷	(294)





上 篇

第一章 晶体的类型与性质



一、知识规律建模

1. 晶体类型与性质的比较 (见下表)

晶体类型		离子晶体	分子晶体	原子晶体	金属晶体
晶体中微粒种类		阴、阳离子	分子	原子	金属阳离子 与自由电子
作用力类型		离子键	分子间作用力 (范德华力)	共价键	金属键
重要性质	熔、沸点	较高	低	很高	差别较大
	硬度	较硬、脆	小	大	较硬、个别软
	导电性	固态不导电, 熔 融或水溶液导电	非导体	多数非导体, 个别半导体	良好
	导热性	不良	不良	不良	良好
	延展性	不良	不良	不良	良好, 易于机械加工
质	溶解性	多数易溶于 极性溶剂(如 水), 难溶于 有机溶剂	极性分子易 溶于极性溶 剂, 非极性 分子易溶于 非极性溶剂	不溶	不溶
典型实例		NaCl、CsCl、 NH ₄ Cl、NaOH	H ₂ 、Cl ₂ 、S、 P ₄ 、稀有气 体、干冰、 水、H ₂ SO ₄ 、 多数有机物	金刚石、晶 体硅、石英	金属单质或 合金



2. 晶体类型对物质性质的影响, 主要指对物质物理性质的影响, 如对物质的熔点、沸点、硬度、传导性、延展性、溶解性等的影响。物质的化学性质主要取决于原子结构, 首先是原子的最外层电子排布。

3. 离子键、共价键、金属键等都属于化学键, 是分子中或晶体中相邻原子间强烈的相互作用, 通常化学键的键能为 $120 \sim 800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 而分子间作用力属于弱作用力, 比化学键弱得多, 通常每摩约几个至几十个千焦。所以分子晶体的物质在熔点、沸点、硬度等物理性质上明显不同于离子晶体和原子晶体。

4. 化学键的本质是静电作用, 键的强弱与成键双方的电荷多少及核间距离大小有关。例如离子键的键能, 取决于阴、阳离子双方各自电荷的多少和离子半径的大小, 若阴、阳离子的电荷越多, 离子半径越小, 则双方形成离子键的键能越大, 离子键越强, 熔点、沸点越高。如 NaCl 与 CsCl 比较, 阴离子相同, 阳离子不同, Na^+ 比 Cs^+ 离子半径小, 所以 NaCl 比 CsCl 熔点、沸点都高; NaCl 和 CsCl 的熔点分别是 801°C 、 645°C , 沸点分别是 1413°C 、 1290°C 。

5. 分子晶体中的分子间作用力, 我们可以把它看作“微观世界里的万有引力”, 当不同物质分子结构相同时, 其晶体里分子间作用力大小取决于分子量的大小。如 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 , 都是非极性键构成的直线型双原子分子, 按从 $\text{F}_2 \rightarrow \text{I}_2$, 分子量逐渐增大, 晶体中分子间作用力逐渐增强, 熔点、沸点逐渐升高, 在通常状况下, F_2 、 Cl_2 为气态, Br_2 为液态, I_2 为固态。

6. 离子化合物和极性分子的共价化合物一般易溶于极性溶剂 (如水), 而难溶于非极性溶剂 (如 CCl_4 、苯等有机溶剂); 非极性分子的物质一般易溶于非极性溶剂, 而难溶于极性分子的溶剂。此即所谓的“相似相溶”。

二、科学方法指津

【例 1】下列各组物质熔化或气化时, 所克服的微粒间的作用力, 属于同种类型的是()

A. 碘和干冰的升华



- B. 金刚石和氧化镁的熔化
C. 食盐和铜的熔化
D. 苯和乙醚的挥发

【分析】 本题实际上是考查晶体基本类型知识的运用。分子晶体的物质在熔化或挥发时要克服分子间作用力，而分子内部的化学键没发生变化，只是分子相互间可以自由移动或平均距离增大（气化）。离子晶体熔化时是由晶体内离子间有序排列而变为可以自由移动，必须克服离子键的束缚才能实现。原子晶体熔化时，须破坏晶体中原子间的共价键，由晶体中有序排列的原子转变为自由移动的原子。金属晶体熔化，是由晶体中金属原子的紧密堆积状态变为可以自由移动的流动状态，必须克服金属键的束缚。

题中 A 是两种分子晶体；B 的一种是原子晶体，另一种为离子晶体；C 由一种离子晶体和一种金属晶体组成；D 的两种物质固态时均是分子晶体。A 中和 D 中两种晶体均属同一种类型的晶体。

答案：A、D

【例 2】 碳化硅(SiC)的一种晶体具有类似金刚石的结构，其中碳原子和硅原子的位置是交替的，在下列三种晶体①金刚石、②晶体硅、③碳化硅中，它们的熔点从高到低的顺序是（ ）

- A. ①②③ B. ①③②
C. ②①③ D. ③①②

【分析】 题中三种物质都属于原子晶体，晶体中各原子间都以共价键结合。原子晶体的物质熔点高低与其共价键键能大小直接相关。而结构相似的原子晶体，其共价键键能大小主要决定于成键原子半径大小，原子半径越小，键长越短，键能越大，这种晶体的熔点、沸点就越高。

硅原子与碳原子比较，硅原子半径较大，故三种晶体中，键长大小的顺序为 $C-C < Si-C < Si-Si$ ；键能大小恰好与此相反，即： $C-C > Si-C > Si-Si$ ，因此，上述三种晶体熔点高低的顺序为：金刚石 > 碳化硅 > 晶体硅，即① > ③ > ②。

答案：B



【例3】 硼单质(B)有无定型硼和晶体硼两种,下表列出了晶体硼的熔点、沸点和硬度及与金刚石、晶体硅的比较:

晶体	金刚石	晶体硅	晶体硼
熔点(K)	> 3823	1683	2573
沸点(K)	5100	2628	2823
硬度(莫氏)	10	7.0	9.5

参考表中数据回答:

晶体硼的晶体类型属于_____晶体,判断的依据是_____。

【分析】 判断一种物质的晶体类型,一种是依据构成晶体的微粒类型和微粒间作用力的性质进行判断;另一种是根据物质的主要物理性质,如熔点、沸点,硬度,传导性,溶解性等进行判断。本题通过表格形式给出了晶体硼的熔点、沸点和硬度的数据,并且同时给出了金刚石和晶体硅的相应数据作为参照。因此,解答本题是根据题中提供的数据作出分析判断。由表中数据可以看出,晶体硼熔点、沸点均高,(介于金刚石与晶体硅之间),硬度也仅次于金刚石,因此晶体硼属于原子晶体。

答案:原子 晶体硼的熔点、沸点均高于晶体硅,仅次于金刚石,硬度也介于金刚石与晶体硅之间,金刚石、晶体硅都是典型的原子晶体,因此晶体硼属于原子晶体。



三、化学知识博览

奇妙的碳单质

在晶体世界中,碳的单质可以说是“独树一帜”。碳的单质有多种同素异形体:如大家熟悉的金刚石、石墨,属于晶形碳;木炭、焦炭、活性炭、炭黑等,属于无定形碳;20世纪80年代后半期研制、发现的以 C_{60} 为代表的碳原子簇,以崭新的面貌出现在世人面前,碳单质的家族中又增加了一个新成员。 C_{60} 也应属于晶形碳。

1. 金刚石

按晶体的类型划分,金刚石为典型的原子晶体,具有原子晶





体的典型性质。天然产的金刚石矿物表面粗糙无光，只有经过雕磨的金刚石才能呈现美丽夺目的光彩。这种雕磨后的金刚石叫做钻石。用金刚石粉、高速旋转的金属轮可以对金刚石进行雕琢加工和抛光。由于金刚石表面对光有良好的反射、折射和色散能力，因而整个钻石能够闪耀美丽的光芒。

金刚石是天然产的最硬的物质，因而常用于切割玻璃，做研磨材料和制地质钻探的钻头。随着生产和科技的发展，人们对金刚石的需求仅靠天然矿产来源远远不够。20世纪50年代中，美国通用电气公司合成人造金刚石宣布成功。到了20世纪80年代，日本科学家又以甲烷等含碳的简单有机物为原料，用微波化学气相沉积法获得了厚度为几微米的金刚石薄膜和几十纳米大小的金刚石晶粒。金刚石的应用领域不断扩大，它对现代科技发展的贡献越来越大。

2. 石墨

石墨和我们的关系非常密切，我们每个人从开始用铅笔学习写字时起，就与石墨结下了不解之缘。石墨晶体有着多重性：在同一层中，碳原子间以共价键形成平面网状结构，这与原子晶体相似；在层与层之间，碳原子又以范德华力相联系，这又和分子晶体相似；碳原子的4个价电子在形成石墨晶体时只用去3个形成同一层中的正六边形平面结构，余下的价电子又以自由电子形式存在，于是又类似于金属晶体中的情形。因此，人们常把石墨叫做混合型晶体。在性质上，石墨也表现了这种多重性：熔点高，即使在3600℃高温下，它也不熔化；层与层之间为弱作用力，容易滑动，具有润滑性；自由电子的存在使其具有良好的导电性和导热性。石墨还具有质地软、耐高温、耐腐蚀等特性。因此，石墨有许多重要用途：在冶金工业上制坩埚、冶金炉内衬、电炉冶炼合金钢时的电极、电解池和干电池的电极、耐高温的固体润滑剂、电视机显像管中的涂层等。

由于石墨结构中层与层之间结合力较弱，层与层之间碳原子的距离较大，在层间形成了一定的空间，因此在适当的条件下使某些分子或基团进入层间形成层间化合物，再经过水洗、过滤、干燥、高温加热等加工处理，使层间物质气化膨胀而形成膨胀石墨，膨胀倍数可达 $240 \sim 250 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 。膨胀石墨不仅保留了天然





石墨的优良性能,而且还具有天然石墨所没有的可挠性、回弹性、不渗透性和吸附性等性能,是新一代工程材料。膨胀石墨可用作新型高级密封材料,应用于电池生产作电极材料,在环保领域作新型吸附剂等。

3. 足球烯和 C_{60}

在 20 世纪 80 年代中期,英国和美国的化学家在氦气流中用脉冲激光将石墨蒸发,并将生成的碳蒸气快速冷却,结果用质谱法检测到一系列由偶数个碳原子构成的原子簇分子,其中最具代表性的是 C_{60} 。到了 90 年代,德国和美国科学家在氦气流中用电弧使石墨气化,制出了毫克级的 C_{60} 产品。这种 C_{60} 分子是一种中空类似足球的多面体分子,它是由 12 个五边形和 20 个六边形组成的 32 面体,共有 60 个顶点和 90 个棱边。由于每个碳原子有 4 个价电子,在 C_{60} 的 90 个价键中,有 60 个 C—C 单键和 30 个 C=C 双键,所以人们把 C_{60} 叫做足球烯或富勒烯。由于 C_{60} 分子的特殊结构,它具有许多优良性能,因而日益引起人们的兴趣。现在,在研制碳原子簇的基础上,我国科学家研制出了新型的纳米材料——碳纳米管,在纳米技术领域作出了新的贡献。

四、强化能力训练

- 下列晶体中,不属于原子晶体的是()
A. 干冰 B. 水晶
C. 晶体硅 D. 金刚石
- 下列物质中,属于原子晶体的化合物是()
A. 金刚石 B. 刚玉
C. 二氧化硅 D. 干冰
- 下列物质中,容易导电的是()
A. 熔融的氯化钠
B. 硝酸钾溶液
C. 胆矾晶体
D. 无水乙醇
- 下列各组物质的晶体中,化学键类型相同,晶体类型也相同的是()