

科学

教师教学用书

义务教育课程标准实验教科书



九年级 上册



经全国中小学教材审定委员会 2002 年初审通过
义务教育课程标准实验教科书

科学



经全国中小学教材审定委员会 2002 年初审通过
义务教育课程标准实验教科书

科学

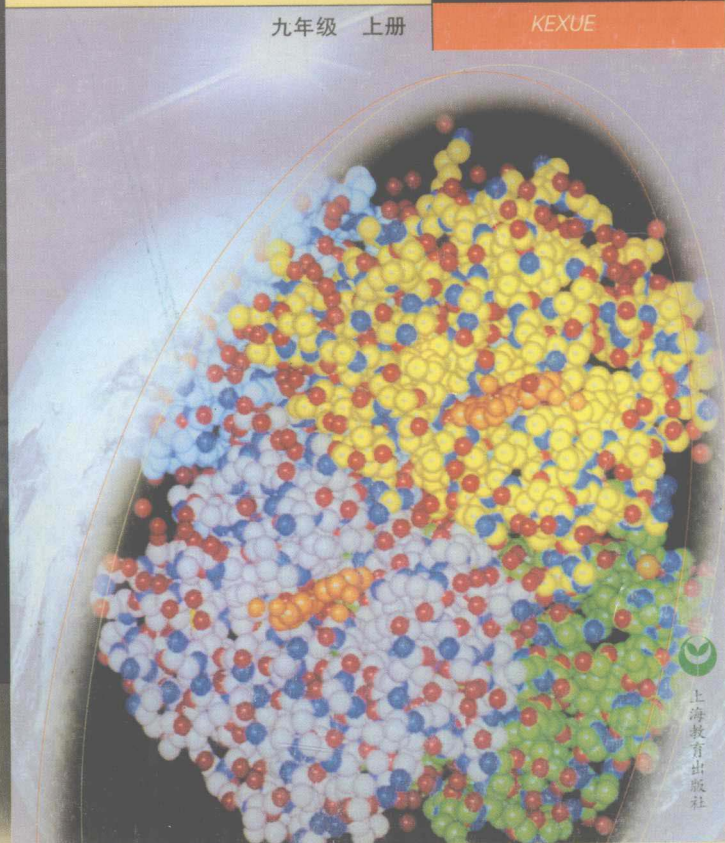


经全国中小学教材审定委员会 2002 年初审通过
义务教育课程标准实验教科书

科学

九年级 上册

KEXUE



上海教育出版社



上海教育出版社

编写说明

新世纪版《科学》(7~9 年级)教材的实验工作已进行了两年,目前全套教材已经完成第一轮编写,教师教学用书的编写和修订工作也在同步进行。

正在实验的科学课程既不同于传统的分科理科课程,又不同于传统的综合理科课程,而是一门全新的、具有现代意义的科学课程,它对科学教师在教育观念、知识结构和教学行为习惯等方面都提出了新的要求,本书希望在这些方面都能给任课教师以具体的帮助。本着这一精神,各章导言部分对于教材的设计思路、教材内容与课程标准相应条目的关系等都给出了较为明确的说明,从而便于教师从整体上把握。各节教参在本节设计思想、内容的导入、实验和探究等活动的处理方面都给出了较为详细的建议,同时给出了一些对教学方法和科学概念与原理的注释,还根据实际需要适当提供了教材补充和文献选读,前者侧重于教学内容的充实和参照,后者侧重于开阔教师视野和了解有关的科学进展。多数章节都较为详细地开列了参考书目,大体上可分为三类:较为优秀的学生课外读物;教师直接可用的教学参考;教师进一步提高自身科学素养和业务水平的推荐书目。

新的科学课程和本套实验教材都处在初步的尝试之中,仍难免疏漏之处。实验区广大教师的教学实践活动是实验工作的重要组成部分,对整个课程的建设起着重要的支撑作用。我们真诚希望随时听到广大教师对实验教材和教学参考书的反馈意见,在此基础上不断加深科学课程的认识,不断总结教学工作中的经验教训,提高教科书和教学参考书的编写质量。

本册教师教学用书的编写工作由朱宏主持,朱宏、刘洁民统稿,各章具体分工如下:第一章由朱宏、刘洁民执笔,第二章由朱宏执笔,第三章由唐锋国执笔,刘洁民修改,第四章由吴月江执笔,第五章由王海玲执笔,刘洁民修改,第六章由杜以梅,吴月江修改。赵峥教授、何立千教授对编写工作提出了很多指导意见。

由于教材编写组工作的延误,耽误了出版时间,我们谨向实验区广大教师表示诚挚的歉意。

上海教育出版社的同志为本书出版付出了艰苦的努力,在此谨致谢忱。

北京师范大学新世纪版《科学》(7~9 年级)教材编写组

2003 年 10 月

目 录

第一部分 《科学》(九年级上册)的设计思路	1
第二部分 教学参考资料	3
第一章 金属	3
第一节 我们是怎样获得金属的	5
第二节 金属的物理性质与合金	12
第三节 金属的化学性质	14
第二章 酸、碱、盐	25
第一节 溶液的酸碱性	29
第二节 酸	33
第三节 碱 中和反应	39
第四节 盐	44
第五节 溶解度 溶质的质量分数	54
第三章 电流与家庭电路	58
第一节 感知电	61
第二节 电路	64
第三节 几种电路器件	68
第四节 电阻	72
第五节 欧姆定律	75
第六节 电路的两种连接方式	78
第七节 家庭电路	80
第四章 电与磁	83
第一节 磁体与磁场	85
第二节 电生磁	88
第三节 磁场对通电导线的作用	92
第四节 磁生电	95
第五节 电磁波和现代通信技术	97
第五章 天气与气候	106
第一节 天气与天气预报	109
第二节 气象观测	116
第三节 气温的变化与分布	127
第四节 降水的变化与分布	135
第五节 气候的地区差异	140
第六节 气象灾害与气候变化	147

第六章 能量与能源	162
第一节 能量、能量的转化及其守恒	166
第二节 电能、电功和电功率	172
第三节 能源	176

第一部分 《科学》(九年级上册)的设计思路

《“新世纪”义务教育课程标准实验教科书·科学》(7~9 年级)全套教材的整体设计思路是按学生的科学认知发展过程组织内容,每年级都涵盖生命科学、物质科学、地球与空间科学 3 个领域的内容,统一的科学概念,科学探究,科学、技术与社会的关系贯穿其中,内容由浅入深,螺旋式上升。考虑到初中学生的年龄特点、认知发展规律和我国科学教育的现状,各领域内容保持一定程度的集中性,七年级以“生命科学”、“地球、宇宙和空间科学”为主要内容,渗透“物质科学”;八年级和九年级以“物质科学”为主,渗透“生命科学”和“地球、宇宙和空间科学”。在内容整合上,基本按综合—分化—综合的模式处理。

九年级上册主要围绕“变换与转化”这一基本线索展开,引出了自然界中“能量守恒”的重要科学思想。为此,本册组织、安排了金属、酸碱盐、电流与家庭电路、电与磁、天气与气候、能量的转化与守恒等主题,帮助学生领悟知识间内在的联系。

第一章“金属”、第二章“酸、碱、盐”对应《科学(7~9)课程标准》中物质科学主题 1“常见的物质”(金属、常见的化合物、常见的有机物)、主题 2“物质的结构”(构成物质的微粒、元素、物质的分类)、主题 3“物质的运动与相互作用”(常见的化学反应、物质间的循环与转化),突出世界是物质的、物质是具有一定结构和层次的、一切事物都处在不断变化之中这样一些重要的科学思想。这部分内容较为集中地涉及到一些较为抽象的科学概念、原理和重要的科学思想,教材中通过介绍它们产生的历史背景引导学生认识和理解其科学本质和创造过程,揭示其中的科学思想方法,又尽可能将它们与社会发展以及学生的现实生活密切联系,同时渗透爱护自然环境、珍惜自然资源、科学造福人类等基本观念。

第三章“电流与家庭电路”、第四章“电与磁”、第六章“能量与能源”对应《科学(7~9)课程标准》中物质科学主题 3“物质的运动与相互作用”(电与磁)主题 4“能与能源”(能量转化与守恒,能源与社会)。

第三章“电流与家庭电路”。电与学生的生活很贴近,教材从体验电开始,目的是增强学生对电的兴趣。然后在安排学生连接电路的基础上,使学生了解和掌握有关电路的基本知识和技能,为学生探究掌握电流的规律打下基础。此外本章针对欧姆定律的应用,特意安排了家庭电路一节,为学生联系生活创设条件。

第四章“电与磁”。本章在编写上努力突出电与磁的联系,电与磁的转化,同时突出联系现代生活和现代科技,给读者耳目一新的感觉。本章还努力挖掘物理学史的教育素材,比如法拉第的事迹,增强教材的教育价值。

第五章“天气与气候”。天气与气候是学生在现实生活中已经有较多感性认识的内容,它们体现了物质世界的宏观运动,与物理和化学的微观物质变化既有很大差异,又有密切联系。本章主要内容可分为两部分:大气的运动和变化与天气变化;气温、降水等要素的时空变化与气候差异。

第六章“能量与能源”。教材努力通过能量守恒定律和第四册学习过的质量守恒定律等

上位知识,突出第五册“变换”和“转换”这一明线。这一章打破了传统教法上的“条块分割”,实现较程度的融合。此外教材在保证学生掌握能量、电功等重要概念的同时,引导学生关注能源危机、环境污染等重大问题。

在科学方法上,本册以前四册为基础,进一步深化学生对观察、分类、模型等基本科学方法的理解,培养学生进行控制条件的实验、资料分析、图表分析以及更一般的信息的选择、分析、归纳能力,引导学生更深入地经历和体验科学探究,使学生在在学习科学知识的同时,提高实践能力和创新意识,增进对科学、技术与社会之间关系的理解,培养科学的情感、态度和价值观。本册教材中包括了一些基本而重要的物理、化学、地理实验,加强了对定量方法的学习和运用。

本册教材中包含了较为丰富的科学史、科学文化、科学技术与社会等方面的素材,教学中应充分利用这些材料,对学生进行科学观念、科学精神、科学态度和科学价值等方面的教育,体会科学技术的发展历程及其对人类社会的影响,学习科学家的崇高精神,同时也关注科学技术的负面影响。

全面提高学生的科学素养是科学课程的基本宗旨,也是本教材最根本的指导思想,在教材设计中给予了全面、充分的关注。

课时总体分布:全学期按每周 5 课时共 16 周安排教学。计划总课时 65 节,机动课时 15 节。具体分配建议如下:

第一章金属共 3 节,计划教学 9 课时。

第二章酸、碱、盐共 5 节,计划教学 14 课时。

第三章电流与家庭电路共 7 节,计划安排教学 15 课时。

第四章电与磁共 5 节,计划安排教学 11 课时。

第五章天气与气候共 6 节,计划教学 8 课时。

第六章能量与能源共 3 节,计划教学 8 课时。

科学课的综合性、探究性、实践性与开放性,需要较为充分的课时保证,本教参给出的课时分配建议是按照最低限度计算的,基础训练、复习巩固等也未列入计划课时,实际教学时应予以注意。

第二部分 教学参考资料

第一章 金 属

一、设计思路

1. 本章内容的逻辑线索

本册教材的基点是“变化与转化”。“金属”这一章与八年级下册中“物质的组成”、“物质的化学变化”及本册第二章“酸、碱、盐”紧密相连,同时对学生来说又是非常基本和实用的知识。学生在学习八年级下册“物质的组成”时已经初步接触了“金属与非金属”的概念,了解了金属的简单物理性质,在“物质的化学变化”中不仅已经接触到一些简单的化学变化,而且还接触了锌与碘混合、镁在空气中燃烧、铁与硫酸铜溶液反应、高炉炼铁的主要化学反应等直接与本章相关的内容。为此,本章从认识金属在自然界的存在——矿石开始,了解怎样从矿石获得金属,然后分别认识金属的物理性质和化学性质,再了解金属的腐蚀和防护、回收利用以及保护金属资源的重要性。本章在问题的提出和实验设计方面都尽可能考虑到学生的生活经验和已有的知识,并以此为起点引发他们对有关内容的兴趣。

2. 科学探究

本章引导学生对金属及合金的物理性质与化学性质作初步的探究,其中涉及到一些基本而重要的化学实验,例如铁冶炼的化学原理中涉及到还原反应,金属的化学性质一节中的多个实验又与下一章“酸、碱、盐”中的一些基本化学原理与性质有密切联系。另一方面,一些与金属性质及使用有关的问题很容易引起学生的探索兴趣。例如,各种金属是怎样冶炼的?铁为什么容易生锈?铝看上去不会生锈,这是真的吗?为什么金、银不容易生锈?为什么应该回收旧电池?重金属污染是怎么回事?等等。学生的好奇心是引导他们进行科学探究的起点,教师应当抓住时机积极引导他们进行科学探究。教学参考书中对有关的探究活动提出了较充分的建议,教师可根据实际情况加以利用。在所有的情况下,教师都应该充分调动学生的主观能动性,鼓励他们积极思考,提出问题,展开讨论,寻求证据,得出结论,而不是仅仅机械地完成操作步骤和计算。

3. 科学态度、情感与价值观

(1) 通过对矿物分布及其生成过程的了解,认识各种矿物基本上被认为是不可再生资源,它们有开采价值的储量往往是非常有限的,需要倍加珍惜。

(2) 我们今天所掌握的有关金属性质、冶炼和利用的知识,是人类几千年来不断探索的智慧结晶,世界上许多地区和民族都为此做出了贡献,这种探索至今仍在继续,而且永远也不会完结。

(3) 金属垃圾和重金属污染已经成为严重的社会问题,将对人类的生存与发展产生长期的不利影响。关注这些问题,从自我做起,减少对资源的浪费和环境的污染是每个公民的责任和义务。

4. 科学·技术·社会

人类对金属的认识和利用有着漫长的历史,铜、铁、金、银、锡、铅等金属在人类文明发展的过程中很早就开始发挥重要作用,近代以来,铝和钛等在人们的日常生活以及高科技的各个领域中也逐渐显现出越来越重要的作用。随着人类对太空、海洋和地层深处科学探索的逐步深化以及各种新技术的发展,各种新型金属及合金材料将会不断出现,人类在这一领域的探索过程永远也不会完结。无论是从科学史还是从当代科学技术与社会的角度而言,本章中都包含了一些基本而重要的内容。

二、总体课时安排

本章共分3节,计划教学9课时:

第一节“我们是怎样获得金属的”,建议教学3课时,其中导言及矿物1课时、铁及其他金属的冶炼方法1.5课时、计算0.5课时。

第二节“金属的物理性质与合金”,建议2课时,其中金属的物理性质1课时,合金1课时。

第三节“金属的化学性质”,建议4课时,其中金属的化学性质2课时,金属的腐蚀与防护2课时。

三、关于本章的几点说明

1. 本章内容所涉及的课程标准的条目

区别金属和非金属,了解常见金属的主要性质和用途;举出金属冶炼发展的历程对社会进步的作用及对环境影响的典型例子;通过典型金属和酸以及某些盐的反应,认识金属活动性顺序;列举金属腐蚀条件和防止金属腐蚀常用的方法;说出废弃金属对环境的影响,形成自觉回收金属的意识;了解新金属材料的发展和改善金属材料性能的主要方法。

教师应当把握:

(1) 课程标准和本章小结所体现的知识要点。

(2) 在学习这门课程之前,学生通过自己的生活经验和科普书刊、广播电视等对一些常见金属及其性质已经有感性的认识。在教学中,应该充分注意和利用这些条件,激发学生对所学内容的探索兴趣,同时将他们对金属的某些错误认识引导到正确的方面来。

(3) 尽可能为学生创造开展实验探究活动的条件,在此过程中使学生初步掌握相应的实验方法和技能。

2. 本章主要体现的重点内容和重点活动

- (1) 常见矿物;
- (2) 铁冶炼的化学原理及相应的化学计算;
- (3) 电解法和加热法冶炼金属的化学原理;
- (4) 金属的物理性质;
- (5) 合金;
- (6) 金属与氧气的反应;
- (7) 金属与水及酸的反应(不同金属与稀硫酸溶液的反应);
- (8) 金属与盐的反应(铜与硝酸银溶液的反应);
- (9) 金属的腐蚀及其防护。

3. 统一的概念与过程

物质——矿物,金属,合金

运动、变化和相互联系——矿物的形成过程,金属的冶炼方法,金属与氧气及酸、碱、盐的反应、金属的腐蚀。

第一节 我们是怎样获得金属的

一、提前准备的内容

本节需要提前准备的主要是矿物标本。可以由教师自己准备,也可发动学生尽量收集矿物标本,使学生在此过程中加深认识。如果本地有可开采的矿物,应让学生了解本地资源及其利用的情况。课本中的内容不仅有金属矿物,也涉及到非金属矿物,而在本套教材其他部分中,没有专门讲关于非金属矿物内容,因此在这里应该让学生了解一些金属、非金属矿物,当然重点还是金属矿物。

二、教学内容、目标及要点

1. 主要观点

- (1) 在自然界中金属绝大多数以化合物的形式存在于矿石中,只有极少数以游离态存在。
- (2) 矿物的形成是漫长的历史过程。
- (3) 矿物是人类不可缺少的重要资源,保护矿产资源是每个公民的义务。
- (4) 从矿石冶炼金属的常见方法有还原法和电解法。

2. 知识要点和能力训练重点

- (1) 矿产资源必须合理开发和利用。
- (2) 铁冶炼的化学原理。
- (3) 金属冶炼发展的历程及对社会进步的作用。
- (4) 有关化学方程式计算中含杂质问题的计算。

3. 学习本节学生应当能够

- (1) 知道矿物对人类文明和社会进步的作用,知道保护矿产资源的意义。
- (2) 知道金属冶炼的主要化学原理。
- (3) 初步学会有关化学方程式计算中的含杂质问题的计算。

4. 科学态度、情感、精神和价值观培养方面的建议

懂得矿产资源对人类文明和社会发展的重要性,树立保护矿产资源的意识。

三、教学方法建议

1. 本节知识串讲

本节所涉及的知识主要有:

(1) 矿物和矿石。通常所说的矿物是指在地幔或地壳中组成岩石的单质或化合物。它们具有相对固定的化学成分,固态的矿物还具有确定的内部结构。不同矿物常表现出独特的外表形态和物理、化学性质。人们也常把来自地球以外天体的矿物称为宇宙矿物,如陨石矿物、月岩矿物等。矿石一般是由可以被利用的金属或非金属矿物(也称为有用矿物)和脉石组成。

(2) 矿物的形成。矿物形成的过程是一个漫长的过程。一般认为是地幔或地壳中的化学元素,在各种地质作用下形成了这些天然单质或化合物矿物。矿物形成的方式主要是

结晶作用,包括在气态、液态、固态下的结晶,也有由胶体的凝聚作用而形成的胶体矿物。矿物形成以后,还会在外界条件改变时发生各种变化。

(3) 冶金。从矿石提取金属的过程称为冶金。传统的金属冶炼方法主要是火法冶金。近代湿法冶金和电冶金发展很快。20 世纪中期以后,由于新金属材料发展的需要,一些特种冶炼工艺相继问世,如真空冶金技术等。

2. 关于导入的建议

本节是本章的起始节,导入方法可以有很多。

(1) 可以从学生列举日常生活中所熟悉的金属制品,以及使用中发现问题开始。

(2) 可以从讨论什么是金属,它们有什么用途开始。

(3) 可以利用一些表现金属重要作用的图片,引起学生的兴趣和学习欲望。

3. 关于实验、探究等活动安排的建议

本节实验的目的是要让学生了解铁冶炼的化学原理。因此,可以在实验前组织学生分析由铁矿石提取铁的过程。学生在八年级下册中已经学过还原反应,做过氢气还原氧化铜的实验,通过分析应该可以理解炼铁这个反应的化学原理。

“铁冶炼的化学原理”实验的重点在于认识金属冶炼的反应原理,包括原料的选择、还原剂的使用以及尾气的处理等环节,要从科学原理和实际生产中需要考虑的因素等各方面引导学生做出分析。

4. 关于课时分配的建议

本节计划课时数为 3 课时,可以考虑这样安排:

第一课时:导言和标题一“矿物”。

第二课时:标题二“铁及其他金属的冶炼方法”中的“1. 炼铁——还原法”。

第三课时:标题二“铁及其他金属的冶炼方法”中的“2. 其他金属的冶炼方法”和标题三“计算”。

本节中关于矿物和矿石的知识对初中学生来说是比较难理解的,课本中出现这些知识的主要目的,是希望学生能知道矿产资源是宝贵的资源,懂得珍惜和保护它们。因此在教学中不应把重点放在对概念、定义的简单记忆上,而应通过事例或图片让学生感受到矿物对人类社会的作用。如果能结合本地资源情况,使学生从生活实际出发加深对矿产资源的了解,则更为理想。这里介绍的方式和重点有较大的“弹性”,需要教师注意把握。

1. 我们是怎样获得金属的

(1) 有关矿物的知识,主要是希望学生了解金属在自然界的存在状态,为金属冶炼的学习打基础。另外,这也是对学生进行保护资源教育,树立可持续发展观念的好机会。

(2) 本节的重点是以炼铁为例,了解金属冶炼的化学原理。因此,做好实验是引导学生理解金属冶炼的化学原理的关键。在第四册学习氢气的还原性时,做过氢气还原氧化铜的实验,这里可以让学生回忆该实验,并提醒学生注意一氧化碳和氢气的不同之处,引出尾气处理的问题。

通过铁冶炼原理的分析,结合金属矿物的存在状态及金属活动性顺序,引导学生了解金属冶炼的一般原理。但因为学生认识的金属有限,对还原反应的认识也是初步的,不可能对金属冶炼的原理有很深刻的理解,建议教师不要过多展开,这一知识高中还要进一步学习。

本节中另一个希望学生了解的是人类使用金属的历史、金属冶炼发展的历程以及对环

境的影响,可以利用课本提供的阅读材料或让学生自己查阅资料。

5. 关于难点处理的建议

本节的难点之一是对金属冶炼方法的理解。因为学生只了解铁的冶炼,又没有学习过金属的化学性质和金属活动性顺序,很难从道理上理解不同金属冶炼所采用的不同方法。因此这里只能做简单的介绍,不要过多展开分析和讨论。

难点之二是有关化学方程式计算中含杂质问题的计算。这类计算在实际生产中有重要的意义,教学中既要使学生明白学习它的实际意义,又要帮助学生归纳解决问题的思路。

四、一些必要的注释

1. 关于本节设计思想的说明

本节的设计意图是从学生生活中了解的有关金属的常识开始,通过一些问题引起学生的思考,带着问题进入新知识的学习。通过了解金属在自然界的存在状态、人类获得和利用金属的历史等,了解从矿石得到金属(主要是铁)的方法。主要体现的科学思想是物质及其相互联系、相互变化的思想。

2. 关于本节中实验的注释

本节中的实验“铁冶炼的化学原理”,对温度要求较高,因此最好用煤气灯或酒精喷灯加热。实验所用的玻璃管应是硬质玻璃管。实验时要提醒学生注意安全,一是温度较高,注意防止烫伤;二是加热前要先通一氧化碳以赶走试管内的空气,防止爆炸;三是注意及时点燃排出的气体。

3. 关于冶金方法的注释

黑色金属(铁、锰、铬)的冶炼是在利用燃料燃烧或电热的高温状态下进行的,称为火法冶炼或者火法冶金。有色金属中的重金属,如锌、镍等,传统的冶炼方法主要是火法冶炼,也可以利用湿法冶炼。在常温或接近常温下,利用水溶液之类的溶剂进行提取、置换以及还原等冶炼金属的方法,称为湿法冶炼或者湿法冶金。

此外,利用电热或电解进行的冶炼又总称为电冶金。

冶金方法的选择和应用,要以节省能源、环境保护、综合利用及机械自动化等方面进行全面的考虑,选择更有优势的方法。

五、参考答案

思考与练习:

2. 解:设需要该种铁矿石 x 吨。

$$\begin{array}{rcl} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2 & & \\ 160 & & 2 \times 56 \\ x \times 80\% & & 200 \times 96\% \\ \hline \frac{160}{x \times 80\%} = \frac{2 \times 56}{200 \times 96\%} & & \\ x = 342.9(\text{吨}) & & \end{array}$$

答:略。

六、补充

1. 教材补充

粘土中的银(选自于浩、方维海、钱杨义主编《趣味化学》,趣味科学丛书,北京广播学院

出版社,1993)

1886年8月23日,一位年青化学家豪尔欣喜若狂地手握一把银亮的像钮扣的铝球跑进导师埃特特的房间,报告他电解制铝成功的消息。此后不久,美国匹兹堡铝公司采用豪尔的工艺,生产了大量廉价的铝,为了纪念豪尔的这一重大功绩,在美国俄柏林大学里,今天仍矗立着一座22岁时风华正茂的豪尔的铝铸像,把他看做是学校的骄傲。

在豪尔完成廉价的制铝工艺一两个月后,法国桑特—巴比学院的学生、年青的化学家埃罗也独立地发明了这种制铝法,由于时间的差异,他的这一艰苦劳动没有得到应有的回报。但在1911年豪尔接受柏琴奖章时,埃罗竟远涉重洋到美国去向豪尔祝贺。可见埃罗具有大化学家的高尚风格,从此他与豪尔成了一对制铝史上同行间的莫逆之交,互帮互助,共同取得了很多成果。说来也巧,这两位几乎同时发现电解制铝的年青化学家,同年来到人间,又同年离开人世。

最先制取纯净金属铝的人是法国化学家亨利·德维尔,他原在巴黎圣巴卡学院医科,在泰纳教授指导下攻读化学,后来高等师范学院任教授,有史以来第一块银白美丽的铝锭就是在这里制取出来的。

不过德维尔制得纯净的铝锭却带有一定的偶然性。1854年,他本想用金属钠与无水三氯化铝一起加热来制取低价的氯化铝,结果没有成功,但是却获得了一个重要的发现,在坩埚里居然留下了闪耀着金属光泽的美丽的小铝球。德维尔把它称为“来自粘土的白银”。在当时这种铝粒同珠宝、黄金一样贵重,所以后来人们才注意到铝的工业化生产。这项研究工作得到了当时拿破仑第三政府的支持,使德维尔有可能在工厂里进行大规模的试验。最初实现铝的工业化生产时,所用的原料是法国包村地方的铁铝氧石,经适当的化学处理,得到 NaAlCl_4 ,再与过量的金属钠作用,加热后得到金属铝锭。

在制取金属铝的道路上,维勒和德维尔走在共同的道路上。当德维尔取得了银白铝锭并使其生产工业化后,有些喜欢搬弄是非的人,设法挑拨铝的发现者维勒和德维尔的关系,在德维尔的面前有人说:“维勒所制出的铝算是什么东西,全是杂质,你才堪称是铝的发现人,你应表明,你才是世上制得金属铝的第一个人。”而这位法国化学家对于这种“劝告”的反应是怎样的呢?等到他自己亲手制成了足量的可供熔铸的铝时,就铸了一枚纪念章,上面刻上了维勒的名字,赠给了法国化学家维勒,这种高尚情操是值得我们每个人效法的。

2. 文献选读

贵金属冶金(选自陈景、张永俐、李关方编著《贵金属——周期表中一族璀璨的元素》,院士科普书系,清华大学出版社、暨南大学出版社,2002)

金是人类最早发现的金属之一,人类很早就会提炼黄金。我国考古工作者在陕西临潼县秦代栎阳宫遗址发现8块战国时代的金饼,金纯度达99%,可见在两千一百多年前金的冶炼技术就很成熟。古埃及人也很早就发现了金。由于贵金属的化学稳定性高,自然界中存在着天然的金、银、铜。人们找到的最大天然金块重112 kg,天然银块重达13.5 t,而最大的天然铜块重达420 t。自然界中天然铜比天然银多,天然银又比天然金多。这种相对原子量大的元素在地壳中存在的量逐渐减少的现象,可能与现代的天体演化理论中各种元素的形成是从最简单的氢原子经历了恒星形成的三个阶段逐渐生成铁以上的重核原子有关。

贵金属在地壳中的分布和赋存状况也非常有趣。有相当数量的金和银伴生在铜矿中,绝大多数的铂族金属则伴生在镍矿中。一类镍矿称为硫化铜镍矿,它包含了相当份量的硫

化铜矿。我国甘肃金川的大型镍矿床就是这类矿床,它含有大量的贱金属铁、镍、铜、钴,以及 8 个贵金属元素,其中铂、钯、金的总量约为铑、铱、钌、钼总量的 10 倍。按周期表中第Ⅷ族和 IB 族的位置可将贵金属和部分贱金属作如图 1-1 所示划分。

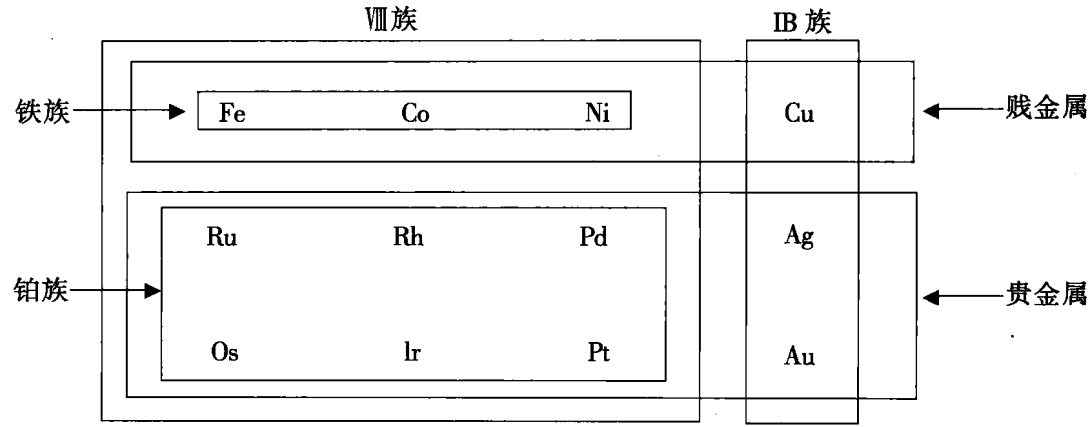


图 1-1

可以看出,之所以在硫化铜矿中含金、银,以及在硫化镍矿中含铂族金属,可能是因为铜与金、银的原子结构以及镍与铂族金属的原子结构类似有关。自然界中大量的金矿床为脉金矿床。地质学家认为,它们是由于在地壳深处或地幔上层的岩浆向上运动时侵入地壳而形成的。岩浆是一种复杂的硅酸盐熔融体,冷却到某一温度时会析出气体,气体往上运动,带走的不仅是挥发物,还带走了含金的金属组分和非金属组分。气体沿地壳的裂隙和孔隙进入岩层,形成热液;热液沿裂隙侵入上层压力较低的区域并逐渐冷却,在与周围岩石发生复杂化学作用下,金和其他矿物如石英、黄铁矿、砷黄铁矿等沉淀下来,逐渐充填裂隙,形成矿脉。上述关于金在热液中的状态问题,目前仍有不同的观点。在有些条件下,金以细粒晶体从热液中析出,如果富含金的热液结晶过程较长,则可能形成块状金。如果矿床在地壳层或露出地表,它们将被风化而遭到破坏。温度的变化、地壳水和地下水的侵蚀、土壤的形成、微生物的活动以及风,都对矿体和围岩起到破坏作用。这样,稳定了矿物的颗粒,金粒被水流带到地貌低洼的地段。较重的矿物如金,迁移速度缓慢,逐渐沿山坡或河谷向下运动,于是聚集在岩金矿床附近,形成了沙金矿床。各个地区的脉金、沙金和伴生金分布比例不同。例如,产金大国南非的脉金占 95%,沙金占 5%;加拿大脉金占 73%,铜矿中伴生金占 17.4%。根据资料推测,地核中含金量较高,海水中也含有大量的金,浓度约为十亿分之五,相当于 1 km^3 的海水中含有 5 t 黄金。

一、黄金的提取冶金

从沙金矿中提取金的原理很简单。利用金粒和矿砂密度差的特点,可以用重选机械把金粒同其他矿粒分开。民间的淘金就是一种重选,“千淘万漉虽辛苦,吹尽狂沙始到金”,这个富有哲理的诗句,非常生动地说明金粒很少,淘金是很辛苦的劳动。沙金中的金也可以用混汞法捕集,此种方法大约始创于我国秦末汉初。著于公元前一世纪的《神农本草经》中曾记载有“水银……杀金银”,说明我国的炼丹家很早就采用混汞法提取金银,后来才传入西方各国。民间用一个木盘装入一些带水的含金河沙,倾入一些汞珠,让汞珠在盘中滚动,汞会润湿金粒,把金粒包裹在其中。把这些汞珠分开收集,重新换一些河沙,倾入新鲜的汞珠,重复操作。被汞捕

集的金可与汞发生化学作用,生成金汞齐。烧除汞后就可得到粗金。汞蒸气毒性很大,这种方法不仅毒害人身体,也污染了环境。虽有专用的混汞设备,但目前世界上已很少采用此法。

从脉金矿中提取金,国际上广泛采用氰化法。氰化法是用氰化钠溶液溶解矿石中的金。最早的记载始于我国五代时期,在葛洪所著的《抱朴子·金丹篇》中,记载着一种由我国炼丹家发明的“金液方”,其组分有醋、硝石、戎盐和含氰氢酸的复盆子。约 800 年后(18 世纪),西方炼金术士才知道金可溶于氰化物溶液。而用氰化物浸出矿石中的金则是 1887 年才开始的事。金既然是非常稳定的化学元素,那为什么又能溶解于氰化物溶液中呢?这个问题自 19 世纪中叶以来一直使很多化学家感兴趣,他们提出了好几种不同的理论,但都认为氰化物溶解金必须有氧参加反应。首先氧从金的表面夺取电子,使金生成一价金阳离子,然后氰离子与它形成非常稳定的络阴离子 $\text{Au}(\text{CN})_2^-$,平衡被破坏,又产生新的金阳离子,这样金就可以不断地溶解在氰化物中。人们早就发现一些植物会从土壤中吸收微量金,从根部一直输送到叶脉中。这种现象也被解释为那些植物的根能够合成可溶解金的含氰化合物。早期用加锌粉于溶解了脉金矿中金的氰化液置换金,或用活性炭去吸附金。20 世纪 70 年代以来,炭吸附法获得了很大的发展。活性炭可以在氰化过程中就加入,这样浸出金和吸附金合并在一个过程中完成,这种方法叫做炭浸法。吸附了金的载金炭用不锈钢筛滤出,用化学方法解吸金,再用电积法沉积金,然后还需经过几步精炼过程才能获得纯的商品金。磨矿、浸出、吸附、解吸等过程,现代都能够实现机械化或自动化,大规模地进行。由于氰化物有剧毒,很多科学家一直在研究寻求无毒的试剂来浸出金。现已经提出了多种方法,其中效果较好的是用硫脲,但由于生产成本仍然较高,故只有个别规模很小的厂在试验和使用。

从含伴生金的铜矿中提取金的原理如下。硫化铜矿中伴生的银和金,在选矿过程中进入浮选精矿,在熔炼铜的过程中被金属铜捕集进入粗铜。在电解精炼铜时,金属态的金、银或化合物从电解槽中的铜阳极上掉下,进入被称为阳极泥的灰黑色泥状物中。脱水后的阳极泥中含金、银的品位随不同地区所产的铜矿而有差异,可以高达含金 0.5% ~ 2%,银 5% ~ 20%。从阳极泥中提取金和银还要经过许多工序。对一个普通铜冶炼厂来说,副产金银的价值相当可观,比如一个年产 10 万 t 电解铜的炼铜厂,通常可以附带产出几吨黄金和上百吨银。

二、银的提取冶金

世界上以银为主的独立银矿不多,从独立银矿产出的银只占总银量的 15% ~ 18%,而 80% 以上的银则是从铜、铅、锌矿中提取出来的。伴生在铅矿中的银在火法冶炼过程中像伴生在铜矿中的金、银一样,被主金属铅捕集,最后经电解而进入铅阳极泥。锌的冶炼以湿法为主。硫化锌精矿经焙烧为氧化物后,用硫酸浸出,银进入溶解度很低的硫酸铅渣中(称为铅银精矿),然后从中提取银。20 世纪 80 年代以来,湿法炼锌完全废除了火法处理过程,用加压釜直接处理硫化锌精矿,银则进入铅渣中。

三、铂族金属的提取冶金

自然铂矿和沙铂矿在铂族金属资源总量中占的比例很小。由于生产方法简单,早期生产的铂族金属都是这类矿石中提取的,因而目前能开采的量已越来越少。现在,绝大多数的铂族金属是从硫化铜镍矿中提取的。世界上铂族金属最大的产出国是南非、俄罗斯和加拿大。南非和俄罗斯铂矿的品位较高,加拿大的约低一个数量级,平均每吨矿含 0.78 g 铂族

金属。我国甘肃金川的镍矿铂族金属含量更低,每吨矿只有 0.4 g。这么低的含量怎样提取它们呢?其实,这也像从硫化铜矿中提取金和从铅锌矿中提取银一样,要依靠主金属镍和铜在冶炼过程中来捕集铂族金属。硫化铜镍矿经过磨细、浮选后得到精矿,适当熔烧后进入电炉熔炼。我国金川 20 世纪 90 年代后已采用更先进的闪速炉进行熔炼,获得的产物被冶金学家称为高冰镍,它含 Ni 45% ~ 48%、Cu 25% ~ 30%、S 22% ~ 23%,是一种既含有金属态镍铜,也含有它们的硫化物的混合物。

高冰镍的处理有几种方法,我国采用的处理方法如下。将高冰镍磨细,再磁选出一种带磁性的“铜镍合金”,铜镍合金的产量约占高冰镍量的 10%,但它却捕集了高冰镍中全部铂族金属的 95%。把铜镍合金单独分离出来用以提取金及铂族金属,磁选后的余料用浮选方法分为硫化镍精矿和硫化铜精矿,分别送到镍系统和铜系统生产电解镍和电解铜。当然,在镍阳极泥和铜阳极泥中还含有一些金、银及铅族金属,还需要继续提取。

在我国,因为矿石中的铂族金属品位太低,铜镍合金中的铂族金属品位也只能达到每吨 20 ~ 50g。因此,还要经过几步湿法处理工序,才能得到含贵金属约 20%的富集物,进入精炼工段,进行金、铂、钯、铑、铱、钌、钨等 7 个贵金属之间的分离和提纯。在分离和提纯的过程中,首先分离钨和钼。把富集物加入一个盛有酸的反应釜中,在加热搅拌下加入一种强氧化剂,钨、钼将转化为具有挥发性的四氧化物被蒸馏出来。先用盐酸溶液吸收四氧化钨。更稳定一些的四氧化钼通过三级盐酸吸收瓶后进入氢氧化钠吸收瓶而被碱液吸收,这样一举达到了钨和钼的粗分。反应釜中的富集物在蒸馏出钨、钼的同时几乎全部被溶解,贵金属都形成了氯络合物。20 世纪 80 年代以前,国际上许多精炼厂都用选择性沉淀的方法分离铂族金属。80 年代后则用更先进的溶剂萃取法分离它们。金的稳定氯络合物是 $[\text{AuCl}_4]^-$,只带有一个负电荷,亲水性很弱,很容易被有机溶剂萃取,因此所有的精炼厂都是首先萃取金。钯的氯络合物是平面正方形的 $[\text{PdCl}_4]^{2-}$,其中氯离子和钯的结合也不够牢固,用一种可以配位的有机萃取剂很容易形成不带电荷的、具有疏水性的中性络合分子,非常容易进入有机溶剂中。因此,大多数精炼厂第二个被萃取的元素是钯。下一步是萃取铂的络合物 $[\text{PtCl}_6]^{2-}$,再下一步是把很难萃取的三价铱的络离子 $[\text{IrCl}_6]^{3-}$ 氧化为四价铱的络离子 $[\text{IrCl}_6]^{2-}$ 之后萃取铱。铑的稳定络离子是 $[\text{RhCl}_6]^{3-}$,它带有 3 个负电荷,亲水性很强,在前述的萃取过程中都不进入有机相,通常也就把它留在最后,用化学沉淀法处理。用溶剂萃取法把化学性质十分相近的铂族元素逐个分开,在技术上是一个很大的进步。萃取分开的单个金属元素再经提纯处理,就可获得纯度为 99.9% 或 99.99% 的商品金属。

3. 参考书目

(英)克里斯·佩伦特,《岩石与矿物》,谷祖纲、李桂兰译审,中国友谊出版公司,2000

(美)探索信息公司编,《岩石与矿物》,刘萱译,探索书系,辽宁教育出版社,贝塔斯曼亚洲出版公司,2000

陈景、张永俐、李关芳编著,《贵金属——周期表中一族璀璨的元素》,院士科普书系,清华大学出版社,暨南大学出版社,2002

邱竹贤著,《泥土中的铝——科技腾飞的使者》,院士科普书系,清华大学出版社,暨南大学出版社,2000

阿·费尔斯曼,《趣味地球化学》,安吉、石英、陈小毅译,世界科普名著精选,湖南教育出版社,1999

第二节 金属的物理性质与合金

一、提前准备的内容

教师可以自己准备,也可以预先布置学生准备一些常见的金属及合金制品、金属导线等。

二、教学内容、目标及要点

1. 主要观点

- (1) 物质的性质是决定物质用途的重要因素。
- (2) 金属及其合金在人类生产、生活中有极广泛的用途,是不可缺少的重要材料。
- (3) 金属的使用对人类文明的发展起着重要的推动作用。

2. 知识要点和能力训练重点

- (1) 金属具有一些共同的物理性质,不同金属也有其独特的性质。
- (2) 合金是由一种金属与其他金属或非金属熔合而形成的具有金属特性的物质。
- (3) 人类使用金属的历史及其对文明发展的作用。

3. 学习本节后学生应当能够

- (1) 知道金属的主要物理性质和用途。
- (2) 了解合金及其应用。
- (3) 懂得金属的使用对人类文明发展的作用。

4. 科学态度、情感、精神和价值观培养方面的建议

通过对日常生活中金属制品使用的了解,增强对科学技术和人们生活的密切关系的认识;通过人类使用金属及合金的历史发展过程,感受科学技术对人类社会的巨大作用。

三、教学方法建议

1. 本节知识串讲

本节所涉及的知识有:

- (1) 金属的物理性质。
- (2) 合金。

2. 关于导入的建议

本节的教学宜采用讨论的形式,因此课的导入最好是直接以一组问题引发学生的讨论,通过学生阅读材料、分组讨论、互相交流,并结合有关的小实验,学习金属的主要物理性质及用途。

3. 关于实验、探究等活动安排的建议

教材中没有安排实验和探究活动,从课堂教学设计考虑,教师可以适当安排有关的活动和实验。如教师可以准备一些常见的金属及其制品,也可以让学生在课前准备一些常用的金属制品,用这些物品来体验金属的某些物理性质;或者可以让学生利用已经学过的知识,设计一些实验验证金属的某些物理性质。

4. 关于课时分配的建议

本节计划课时数为2课时,可以考虑这样安排:

第一课时:金属的物理性质。

第二课时:合金。

本节教学建议采用专题讨论的形式。在“认识金属的物理性质”一节,可以考虑下面的讨论题:

- (1) 阅读课文后,你能说出金属具有哪些共同的物理性质吗?
- (2) 你收集到了哪些金属制品?它们具有哪些物理性质?在生活中有什么用途?
- (3) 你能通过小实验来说明金属的某些物理性质吗?
- (4) 现有三根长短、粗细都相同的金属丝,分别为铜丝、铁丝、铝丝,你能用所学过的知识将它们区分开吗?

采用分组讨论,并结合一些小实验使学生认识金属的主要物理性质。

“合金”一节,可以考虑下面的讨论题:

- (1) 什么是合金?什么是金属材料?
- (2) 纯金属与合金在性质上有什么区别?举出实例加以说明。
- (3) 你在日常生活中接触到哪些合金制品?它们的优点是什么?
- (4) 你知道我国历史上从什么时候开始使用合金,使用的是什么合金?
- (5) 合金在现代化建设中的广泛应用说明了什么?
- (6) 你了解哪些新型的金属材料?

四、一些必要的注释

1. 关于本节设计思想的说明

本节是在学生了解了各种矿物的形成、金属的冶炼方法的基础上,学习导电性、导热性、延展性等金属具有的共同物理性质,讨论和认识合金的特点和广泛应用,了解新金属材料的发展和改善金属材料性能的主要方法等,是完成对金属性质的认识中很重要的一个环节。

2. 关于合金的注释

在金属中添加其他元素形成合金,这些合金往往具备同纯金属不同的各种性质。而合金的结构特点,也因为所添加的元素不同而有区别。根据合金的结构特点,合金可以分为两类:填隙型和置换型。将原子半径较小的氢、硼、碳、氮等非金属元素添加到过渡金属中,它们会填入过渡金属的晶体间隙里形成填隙型合金。置换型合金则是一种金属的晶体结构中部分位置被另一种金属原子置换所形成。置换型合金的形成也有不同情况,有些金属元素可以在一定范围内互熔甚至以任意比完全互熔形成固熔体;也有些金属元素之间会形成金属化合物。

五、参考答案

思考与练习:

3. 用金属钠制造照明用的钠蒸气灯和用金属钨做灯丝,分别利用了钠和钨不同的物理性质。钨做灯丝是利用它延展性好、熔点高的特性;钠蒸气灯则是利用钠熔点低的特性。不能用钠丝代替灯中的钨丝。

4. 铝合金用于制造飞机是利用它密度小、强度高的特点,而且制造飞机的铝合金主要是铝—锂合金,它的抗腐蚀性和避磁性都很好。

六、补充

参考书目

陈景、张永俐、李关芳编著,《贵金属——周期表中一族璀璨的元素》,院士科普书系,清华大学出版社,暨南大学出版社,2002

邱竹贤著,《泥土中的铝——科技腾飞的使者》,院士科普书系,清华大学出版社,暨南大