



上海科普图书创作出版专项资助

发现世界丛书
褚君浩 主编

惊奇化学



周玉枝
沈建忠 编著
王绪岩

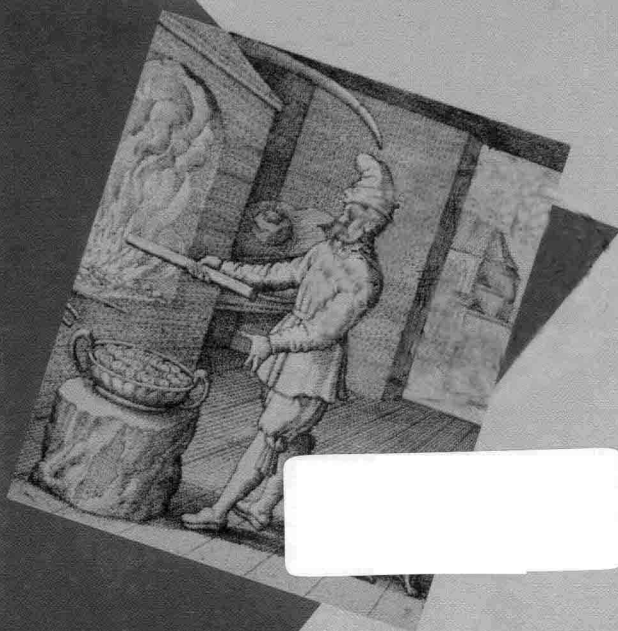
上海辞书出版社

发现世界丛书

褚君浩 主编

惊奇化学

周玉枝 沈建忠 王绪岩 编著



上海辞书出版社

图书在版编目(CIP)数据

惊奇化学/周玉枝,沈建忠,王绪岩编著. —上海:上海辞书出版社,2013.8

(发现世界丛书/褚君浩主编)

ISBN 978-7-5326-3991-5

I. ①惊… II. ①周… ②沈… ③王… III. ①化学-普及读物
IV. ①O6-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第162081号

策划统筹 蒋惠雍
责任编辑 静晓英
助理编辑 王佳丽
整体设计 赵晓音
绘 画 白庚和

本书出版由上海科普图书创作出版专项资金资助

发现世界丛书
惊奇化学

周玉枝 沈建忠 王绪岩 编著

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海辞书出版社

(上海市陕西北路457号 邮政编码 200040)

电话: 021-62472088

www.ewen.cc www.cishu.com.cn

上海长鹰印刷厂印刷

开本 890毫米×1240毫米 1/32 印张 8 插页 3 字数 220 000

2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5326-3991-5/O·70

定价: 32.00元

如发生印刷、装订质量问题,读者可向工厂调换

联系电话: 021-58670433

总序

世界亟待发现，发现改变世界。

人类虽是万物之灵，但对客观世界的了解，直至今天仍然有限，尚未发现的新规律和新事物还太多太多。而一旦发现了一条新规律、一个新事物，并合理地利用它们，世界的面貌就会有所改变，人类的生活就会更加幸福。

发现和发明的重要性，怎样强调也不过分。发现，是科学的华彩乐章，是科学的美妙景致，是科学中最振奋人心的一座座丰碑。科学工作者，包括我自己在内，当初选择这一职业，多因受到科学发现的巨大魅力的感召，和追求科学发现的巨大喜悦的诱导；不从事科学工作的人士，对科学的最直观印象，也是科学发现和发明带来的生活方式的变化。

亲爱的青少年读者们，科学的未来在你们身上，你们将来都有可能获得或大或小的发现，做出或大或小的发明！在此之前，除了在课堂上学习必要的科学知识外，再读一点有关前人如何获得发现、利用发现的故事，想必大有裨益，更充满乐趣。

由上海辞书出版社推出的“发现世界丛书”，为大家准备了数学、物理、化学、生物、医学、工程技术等学科中的大量发现故事。其中，有妙用无穷的《诡谲数学》，围绕着一些中小学的基本数学概念，谈文化，谈历史，谈生活，谈应用，谈思想，说明数学的思维方式在生活中无处不在，尤其是逻辑、概率、统计、博弈等数学分支中的发现，不仅实际应用广泛，而且对人们看问题的思路也会带来深刻的启迪；有“点石成金”的《惊奇化学》，涵盖早期化学发展历程、化学经典理论、化学新发现、人类健康与环境问题中的化学等四大主题，用全面真实的化学图景，激发读者对有趣又有用的化学的探究热情；有梦想成真的《发明奇观》，从众多的现代技术门类中，选取了十多个侧面，把这些技术诞生的情景真实再现给读者，说明技术绝非冷冰冰的，而是深度融入了现代人的生活，对人类更亲切，对环境更友善，通过展示技术的魅力，激发人们对技术科学的兴趣……所有这些都，都能让读者领略到不同学科的发现之美。

都是从不同的侧面揭示客观世界。因此，不同学科中的发现故事，都蕴含了类似的道理：面对大千世界，如何寻找发现的突破口；站在十字路口，如何确定发现的大方向；遇到重重障碍，如何走好发现的荆棘路；关乎芸芸众生，如何开掘发现的正能量。

我一向认为，科普固然要把科学道理说清楚，更重要的是，要传播科学思想，弘扬科学精神。时下，科普书种类繁多，令人目不暇接，它们都试图努力给读者的人生带来深远而积极的影响。本丛书是其中独具特色的一个范本：时尚的表述方式、有趣的科学故事、清晰的逻辑线条；从科学发现、技术发明，到如何促进人类文明、社会生活……都有准确的描述。

衷心希望广大青少年读者，以及中学教师朋友们，多提宝贵意见，以利科普作品水平的提高。

褚君浩

2013年7月

003

前言

《惊奇化学》(“发现世界丛书”之一)是一本科普读物。精选与中学化学教材内容相关的20个主题,遵循有趣故事加问题等于高效课堂的原则,以专题的形式进行阐述,希望学生从中感受到化学学科既是有趣的,更是有用的,以此来激发学生对化学学科的兴趣。本书是对教材的有益拓展和补充,希望能为青少年读者打开一扇探究科学的窗户。

本书主要涵盖了四方面内容:一是早期化学科学的发展历程。从燃素说到质量守恒到元素周期表再到原子结构,在科学技术手段相对简单的早期,科学家们是如何透过现象探本质,追本溯源,探究化学原理和结构的;二是化学的几大经典理论。平衡无处不在,动态平衡使世界更加有序,但是对动态平衡演绎最为精准的是化学平衡理论;作为各类电池和能源理论基础的氧化还原理论;用物理和化学学科融合的方法解开科学之谜的电离学说;三是化学新发现是如何改变世界的。如放射性的广泛应用,有机高分子材料带来的材料的革命等;四是化学在人类健康和环境方面起的作用与产生的问题。如化肥对粮食增产的贡献,药品对人类健康的作用,化学物质不当使用带来的环

境污染和食品安全,绿色化学理念对社会可持续发展的意义等。

本书的主要读者是初高中学生。青少年时期是树立一个人志向的关键时期,青少年求知欲强,兴趣广泛,他们会如饥似渴地吸收自己感兴趣的各类知识。有趣又有益的化学科普读物能拓展他们的知识面,为他们提供更加全面真实的科学图景,为他们提供在学校化学学习中不一样的阅读体验,同时也帮助他们更加深刻全面地理解课堂上所学到的化学知识,在知其然的基础上能知其所以然。

本书的三位作者都是工作在教学第一线的教研员和教师,对教材和课堂教学的现状有较为深入的了解和思考,对当今学生的心理特点也比较了解。这使得他们能够找到学生感兴趣的故事或问题,引发学生思索,激发学生进一步探究的欲望。

周玉枝

2013年7月

目录

一对孪生兄弟	001	走进钢厂	060
百年曲折寻氧气	001	火法炼铜	062
地球的保护伞	005	千分之一误差中的发现	064
臭氧层空洞现象	008	认识空气	064
空气炼金术	014	发现稀有气体	065
给土地增肥	014	神奇的化合物	070
哈伯合成氨法	016	闪亮的霓虹灯	073
博施合成氨技术	018	假如海洋消失	076
哈伯的功与过	023	生命的摇篮	077
一部手机含多少种元素	026	亚特兰蒂斯的矿藏	079
周期律的先行探索者	026	龙宫灵丹	082
最高明的扑克玩家	027	“可下五洋捉鳖”	083
纸上得来终觉浅	030	电离是否需要电	087
周期表的启示	034	溶液的世界	087
不可见的宇宙	039	电离是否需要电?	088
揭秘原子论	040	电离学说的捍卫者	091
电子的发现	042	迟到的荣誉	097
α 粒子散射实验	044	勒夏特列原理之美	099
假如电子“登高”	045	平衡移动原理之父	099
“黑匣子”知多少	047	巧妙的平衡	101
真金不怕火炼	051	世界处于平衡中	105
由青铜器说开去	051	制取活泼单质的利器	108
铁是怎样炼成的	055	碱金属呱呱坠地	108
百炼成钢	058	“谈氟色变”一百年	112

飞人寻常百姓家	115	诺贝尔奖的诞生	167
点石能成金吗	120	新材料, 新希望	170
一张著名的手骨照片	120	从无机到有机	170
“炼金术”梦想成真	123	有机合成化学	172
发现核反应	126	糖尿病患者的福音	174
原子弹的诞生	129	抗疟新药青蒿素	177
黑色的金子 and 液体的金子	132	合成红色维生素	179
黑色的金子	132	药物之星紫杉醇	181
“黑金家族”	134	巧克力能减肥吗	183
200万年的积淀	136	众神的饮料	183
造福人类的石油	139	多姿多彩的巧克力	184
经济发展的助推器	140	似是而非的误区	187
会走路的发电厂	144	唐僧和哈利·波特	191
一只青蛙引发的变革	144	天赐衣裳保温暖	191
可以充放电的电池	147	出于棉而优于棉	197
第四种发电方式	151	护体神甲	199
应用和发展	154	烈火, 你奈我何?	202
百说不厌的诺贝尔	159	黑暗中拒绝隐形	204
学生诺贝尔	159	神奇的碳	206
雷管炸药	161	硬度之王	206
名副其实的安全炸药	163	柔软滑腻的石墨	210
果冻一样的炸胶	165	足球一样的“富勒烯”	213
		多重高科技身份	216

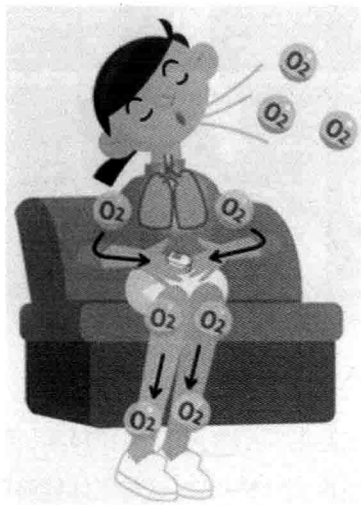
治愈系的绿色化学	217	化学，让生活更美好	231
地球越来越累了	217	化学无处不在	231
绿色化学兴起	218	生命与化学	234
绿色化学的启迪	221	化学改变生活	235
理念和行动	225	化学依靠你我他	237

——对孪生兄弟

在地球的表面覆盖着一层看不见的气体，它没有颜色、没有气味、没有味道，这就是空气。在空气中存在一种气体，在冶金工业、化学工业中用途很广，也是人和动、植物呼吸所必需的气体，就是氧气。

百年曲折寻氧气

地球的大气层形成初期是不含氧气的。原始大气是还原性的，充满了甲烷、氨等气体。大气层氧气的出现源于两种作用，一个是非生物参与的水的光解，一个是生物参与的光合作用。生物的光合作用对大气层的影响巨大，它造成了大气层由还原氛围向氧化氛围的转变，使得水光解产生的氢气能重新被氧化为水回到地球而不至于扩散到外层空间去，从而防止了地球上的水的流失。同时光合作用也加速了大气层氧气的积累，深刻地改变了地球上物种的代谢方式和形态。大气层含氧量在石炭纪的时候一度上升到了35%。氧气含量的增加造成了依赖于渗透方式输氧的昆虫在形态上的巨型化，在石炭纪曾出现过翼展达一米的巨脉蜻蜓。



有德国学者认为,世界上最早发现氧气的是中国唐朝的炼丹家马和。马和认真地观察各种可燃物,如木炭、硫黄等在空气中燃烧的情况后,提出的结论是:空气成分复杂,主要由阳气(氮气)和阴气(氧气)组成,其中阳气比阴气多得多,阴气可以与可燃物化合把它从空气中除去,而阳气仍可安然无恙地留在空气中。马和进一步指出,阴气存在于青石(氧化物)、火硝(硝酸盐)等物质中。如用火来加热它们,阴气就会放出来;他还认为水中也有大量阴气,不过常难把它取出来。马和的发现比欧洲早1 000年。据说以上成果记录在一本名叫《平龙认》的书中,但学者对以上记录以及《平龙认》都有质疑。

说到氧气的发现,就不能不提及一个在化学史上曾经占据重要地位的学说——“燃素说”。17世纪末、18世纪初,德国哈雷大学医学教授、普鲁士国王的御医施塔尔开始注意燃烧现象,经过认真的思索研究,他最终创立了一种在当时看来



医学教授施塔尔

非常合理的理论,即著名的“燃素说”。“燃素说”获得了同时代许多科学家的赞同,因为它圆满地解释了许多以前无法解释的科学现象。在随后的100多年时间里,这种理论经过不断的充实和完善,逐渐成为一种占绝对统治地位的科学理论,甚至没有对它质疑的声音。

1772年,瑞典科学家舍勒在从事软锰矿研究的时候,得到一种气体,因为这种气体能够助燃,他给它起名“火焰空气”。1774年,英国科学家普利斯特利在加热氧化汞时也得到一种气体,这种气体能够助燃和帮助呼吸,他把这种气体起名为“脱燃素空气”。舍勒和普利斯特利都发现了氧气,但受“燃素说”的

影响,都没有得到正确的结论。

在此前后,法国化学家拉瓦锡也系统地研究了物质在空气中的燃烧实验。1775年,他在看到普利斯特利的论文以后,意识到自己研究多年的能助燃的空气组分,原来是一种新的元素,他设想“在酸类物质中应该含有这种元素”,在1777年把它命名为“成酸的元素”。1783年,拉瓦锡向法国科学院提交了一篇向“燃素说”直接发起进攻的论文,这篇论文发表于1786年。他在



法国化学家拉瓦锡

论文中指出了“燃素说”的许多缺陷以及这些缺陷所造成的困难,他宣传,只要承认每一燃烧过程都是物质与氧气发生化合作用,同时能发出热和光的过程,所有问题就会迎刃而解。拉瓦锡被人们称为“现代化学之父”,他是当之无愧的,他具有惊人的毅力和直觉,是他把化学从漫漫长夜引向了灿烂的黎明。

由于氧气是我们人类赖以生存所必需的物质,因此我国古代人民把这种气体称为“养气”,后来化学工作者把它改为“氧气”。

氧气是由氧元素组成的,氧是地球上含量最多的元素,也是分布最广的元素。据统计,地壳质量的一半左右(48.6%)是氧;地球表面3/4被水覆盖,而氧元素占水质量的89%。

氧气,空气主要组分之一,比空气重,0℃和1标准大气压下密度为1.429克/升。无色、无臭、无味,在水中溶解度很小,氧气在约-183℃时变为淡蓝色液体,在约-218℃时变成雪花状的淡蓝色固体。

这种生命攸关的气体在空气中的含量约为21%,在地球周围,有1 000万亿吨氧气包围着它,而所有这些氧气,都是植物进行光合作用的副产品。人类每年燃烧70亿吨化石燃料,同时要消耗240亿吨左右

的氧气。这一数字看起来非常惊人,实际仅占氧气总量的0.002 4%,而且地球上的植物能很快通过光合作用来补充其中的绝大多数。即使植物不再向空气中释放氧气,以人类现在的消耗速度,还需要2 000年才能使空气中的氧气含量从21%下降到20%。

人类呼吸氧气含量较高的空气,会感到愉悦,但我们身处氧气含量很高的环境里,那就非常危险了。

人如果在大于半个大气压的纯氧环境中,对所有的细胞都有毒害作用,吸入时间过长,就可能发生“氧中毒”。肺部毛细管屏障被破坏,导致肺水肿、肺淤血和出血,严重影响呼吸功能,进而使各脏器缺氧而发生损害。在1个大气压的纯氧环境中,人只能存活24小时,就会发生肺炎,最终导致呼吸衰竭、窒息而死。在2个大气压的高压纯氧环境中,最多可停留1.5小时~2小时,超过了会引起脑中毒,生命节奏紊乱,精神错乱,记忆丧失。如加入3个大气压甚至更高的氧,人会在数分钟内发生脑细胞变性坏死,抽搐昏迷,导致死亡。

同样,氧气含量过低也会对生命造成威胁。

空气中氧气含量不同时人体出现的征兆

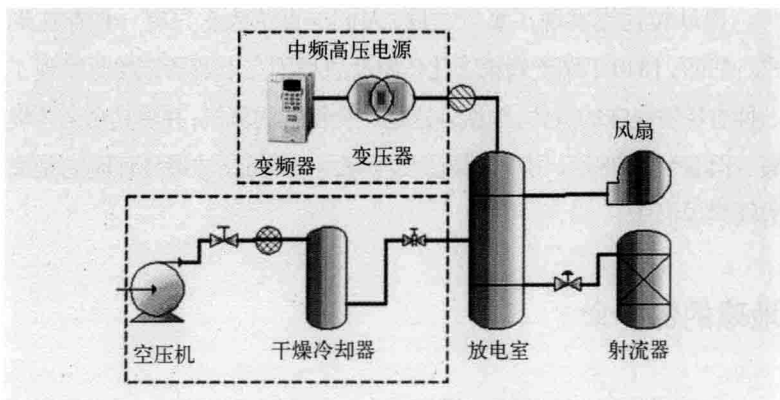
氧气浓度(% 体积)	征兆(大气压力下)
>23.5%	富氧,有强烈爆炸危险
20.9%	氧气浓度正常
19.5%	氧气最小允许浓度
15~19%	降低工作效率,并可导致头部、肺部和循环系统问题
10~12%	呼吸急促,判断力丧失,嘴唇发紫
8~10%	智力丧失,昏厥,无意识,脸色苍白,嘴唇发紫,恶心呕吐
6~8%	8分钟致命
4~6%	40秒内抽搐,呼吸停止,死亡
100%	致命/6分钟
50%	致命/4~5分钟经治疗可痊愈

自从拉瓦锡发现了氧气之后,人们一直认为它只有一种存在形式。然而,1840年瑞士籍德国化学家舍恩拜因在电解稀硫酸时发现了一种有特殊臭味的气体,他认为这是一种特殊的氧气,并将其命名为臭氧。但直到1898年,另一位德国化学家经过测定,才最终证明它是氧的同素异形体。

地球的保护伞

与普通氧气(O_2)不同,臭氧是由3个氧原子组成的,呈V字形连接,分子式是 O_3 。气态臭氧是一种天蓝色气体,有刺激性腥臭气味,浓度高时与氯气气味相像;冷却时可凝结成深蓝色液体,并可凝固成紫黑色晶体。但很少有人把臭氧制成液体或固体,因为这样它很容易爆炸。臭氧的化学性质很不稳定,在常温下就会慢慢变成氧气,受热时转化更快。

臭氧是一种强氧化剂,能够损害人体肺部的巨噬细胞,使它们消灭细菌的能力下降,而且臭氧的刺激作用甚至会引起呼吸困难。从这个意义上说,臭氧,尤其是浓度过高的臭氧,对人体是有害的。此外,空气中存在的臭氧会促使橡胶轮胎老化,还会与氮的氧化物等化合生成刺激性的有毒气体,污染环境。但是,由于臭氧具有极强的氧化能力,这使得它在工业生产中的应用非常广泛。臭氧在化学工业中被用作生产聚合物(如PVC)的增塑剂,在医药工业用于生产无菌应用水。此外,人们还用臭氧杀灭瓶装矿泉水里的细菌,其优点是不会遗留任何有害的残余物质。与次氯酸类消毒剂不同,臭氧的杀菌能力不受pH值变化和氨的影响,其杀菌能力比氯大600~3 000倍。它的灭菌、消毒作用几乎是瞬时发生的,在水中臭氧浓度0.3~2毫克/升时,1分钟内就可以杀死细菌。达到相同灭菌效果(如使大肠杆菌杀灭率达99%)所需臭氧水药剂量仅是氯的0.004 8%。

中频臭氧
发生器结
构框图

臭氧是组成大气的微量气体之一，其含量仅占空气体积的千万分之四，浓度因海拔高度而异。1921年法国科学家法布里发现，臭氧分子是平流层大气最关键的组成成分，其厚度为10~15千米，浓度峰值在离地面20~25千米高度处，所以后来人们就把平流层的这一部分称为臭氧层。大气臭氧层厚度很薄、总量很小，但相对于地球生命来说又是极为重要和不可缺少的。

臭氧的毒性和破坏性很强，对生物有机体危害极大。在天然大气中臭氧的含量极少，但其对生物圈的意义却非同寻常。臭氧通常是氧分子在太阳的光解作用下分解为氧原子后，再进行一系列复杂的化学反应与另外的氧分子结合而形成的。臭氧的形成过程在大气层中主要由太阳紫外辐射来完成，少量是由于有机物的氧化、雷电和火山喷发等而产生的。臭氧在围绕地球的大气层中广泛形成，因而能够完整地覆盖地球上空并集中分布于大气平流层中，形成臭氧层，且其中的90%集中在离地面30千米高度以下的平流层中。在近地面大气底层因太阳紫外辐射较弱，臭氧生成极少；而距地面55千米以上，则太阳短波辐射剧烈，氧分子和臭氧分子离解作用都强，亦难以生成臭氧。