

第四届中国图书奖一等奖
首届国家图书奖提名奖

沈济华
吴湘澎
编著



化学万花筒

少年百科丛书精选本

中国少年儿童出版社

少年百科丛书精选本

化学万花筒

沈济华 吴湘澍

内 容 提 要

你知道烟火和霓虹灯里的颜色是怎么来的吗?你知道硅胶为什么会变颜色吗?你知道“鬼火”是怎么回事吗?你知道化学魔术中的科学道理吗?……《化学万花筒》将回答这些问题。它向读者展现了五彩缤纷的化学世界的一角,读起来既生动有趣,又能学到不少化学知识。

前 言

你小时候玩过万花筒吗？那是用玻璃片、彩纸和硬纸板做成的圆筒形玩具，拿在手里摇一摇，就会变化出五彩缤纷的各种图画。

现在，你将在这本书中看到各式各样的化学变化。你是否感到：化学变化多么象一个万花筒啊！而且比起玩具万花筒来，化学万花筒更加变化无穷、绚丽多彩。

这本书将向你展现化学万花筒极小的一角，请你看一看化学世界中形形色色的有趣的事物。它首先带领你去拜访建造我们这个世界的基石——元素家族，介绍你认识它的成员，特别是那些最有特性的成员。接着你会看到一些常见的颜色变化，例如火焰和霓虹灯的颜色是怎么来的？硅胶为什么会变颜色？……溶液是化学万花筒的重要部分，许多化学变化都是在溶液里进行的。因此，这本书也讲了和溶液有关的各种奇妙现象。最后，它要教你表演几个有趣的化学魔术，并且介绍其中的化学道理，让大家边看、边做、边想，让“化学万花筒”带给你更多的乐趣和知识。

目 次

拜访元素家族	1
地壳中最多的元素	3
大气里最多的元素	5
闪光的宝石	7
轻与重	10
高和低	12
手掌里能熔化的金属	14
能拉成细丝的金属	16
奇异的银子	19
从古钱币到光明使者	21
人与铁	23
由贵族到平民——谈谈铝	24
土生土长的后起之秀	26
美丽的非金属——碘	28
破除迷信漫谈磷	30
趣谈二氧化碳	32
经常食用的酸	34

火碱的威力.....	36
不象爹也不象妈.....	39
重要的化合物食盐.....	41
叫碱不是碱——谈谈纯碱.....	43
神通广大的玻璃.....	45
五彩缤纷的烟火.....	48
预示天气的花.....	50
霓虹灯里的气体.....	51
致冷离不开化学.....	53
有多少种化合物.....	55
玻璃刻字的秘密.....	56
来有形 去无踪.....	58
盐为什么消失了.....	60
从牛奶谈起.....	62
气体能溶解在固体里吗.....	64
哥俩好.....	66
$1 + 1 \neq 2$?.....	68
没有加热,为什么温度变了?.....	70
溶解有限量吗.....	72
有趣的过饱和现象.....	74
死海的秘密.....	76
滴水变“酒”.....	78

沸点 and 冰点.....	80
遇火不燃的布.....	82
烧不坏的手帕.....	84
冰块能燃烧吗.....	86
蜡烛的燃烧.....	88
变色喷泉.....	89
空瓶生烟.....	91
茶变墨水.....	93
白水写字.....	94
铁变铜.....	96
清浊互变.....	97

拜访元素家族

世上万物是由什么组成的？是由化学元素组成的。说起化学元素，你一定并不感到陌生。大家都知道，水是两体积氢和一体积氧结合成的，这里的氢和氧就是化学元素；你一定也知道，植物生长的三要素叫做氮、磷、钾，这氮、磷、钾也是化学元素；你还会听大夫说过，孩子得软骨病是因为缺钙，要多晒太阳，吃些钙片；病人患了大脖子病是因为缺碘，应当吃些海带、紫菜、葱头之类，补充一些碘；还有什么金、银、铜、铁、锡，蓄电池里的铅，体温表里的水银……啊，你认识不少化学元素呐！

那么，到底什么是元素呢？元素是同一类原子的总称。例如氢元素就是所有氢原子的总称；氧元素就是所有氧原子的总称……

各种元素的原子在组成世界万物的时候，是以分子的状态存在的。分子可以由同种原子组成，例如氢分子是由两个氢原子组成的，它是氢气的最小微粒；也可以由不同的原子组成分子，例如，水分子就是由两个



氢原子和一个氧原子组成的；当然也有由一个原子构成的分子，例如金银铜铁等金属都是这样。

到现在为止，人类已经发现了107种化学元素，其中，存在于自然界的有九十余种，而有五种元素竟占据了地壳总重量的十分之九，它们是氧

(48.60%)、硅(26.30%)、铝(7.73%)、铁(4.75%)、钙(3.45%)。我们当然要拜访它们之中的大多数成员；我们还打算一起去看望一下跟农业关系密切的氮和磷；以及在工业中至关重要的金、银、铜、铁；当然，对于一些十分有趣或者特别美丽的化学元素，我们也应该陪大家去走访走访，看看它们到底有啥奥秘，熟悉一下它们的性格和行为。

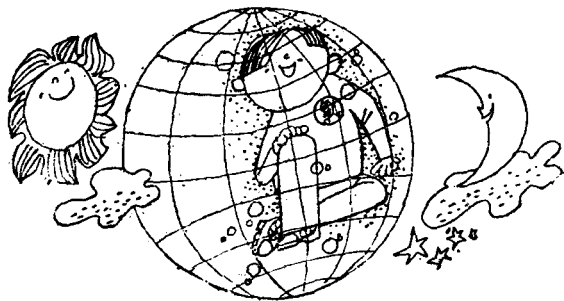
当然，90来个天然元素我们不可能都拜访到，但我们将尽可能同我们感兴趣的元素一一地交上朋友。

地壳中最多的元素

让我们先来拜访一下地壳中最多的元素吧！它也是你最熟悉的元素，名字叫做氧，每次呼吸，你吸进的新鲜空气里就有大量氧气。

纯氧只存在于大气之中，约占空气总体积的21%，氧在地壳中的含量更多，竟占地壳总质量的48.6%，是地壳里最多的元素。

但是，氧在地壳里不是以纯氧的形态存在的，它与好多元素化合，构成化合物，例如氧化铝、氧化硅、碳酸钙……它们都是土壤和岩石的主要成分，氧为什么能生成那么多化合物呢？这是因为氧的性质很活泼，就好象一个人善于广交朋友一样，氧的朋友多极了，它能和许多元素结合成化合物。这些丰富多采的化合物，



除了构成土壤、岩石和我们熟悉的水以外，还是许多重要矿藏的主要成分，如磁铁矿是四氧化三铁，石英砂是二氧化硅，锡矿是二氧化锡……

实验室里制造氧，是靠富有氧而又不太稳定的物质分解出氧来。平常用加热氯酸钾（在催化剂存在下）或高锰酸钾的办法来制取氧。

工业上制备氧，主要是用液态空气，在低温下（ $< -183^{\circ}\text{C}$ ）把空气压缩成液体，利用氧的沸点与其他气体元素不同分离出氧，再在一百多个大气压的压力下，把分出来的纯氧压进钢瓶里贮存起来，成瓶出售。

气体氧是无色的，液体氧呈浅蓝色；在 0°C 时，100 体积水中能溶解约 5 体积氧气，这对水中的生物有重要的意义，金鱼缸为什么要常换水，就是因为水中的氧是金鱼生存必不可少的。每当换过新鲜的水后，金鱼就会欢快地游动起来，并且大口大口地吸水。

从化学角度来看，呼吸的本质是生物体内的碳和氢与空气里的氧相化合，同自然界里各处进行的氧化过程没有什么两样。登山运动员经常需要呼吸纯氧，因为高山上空气稀薄；危重病人也要呼吸纯氧，因为病人呼吸功能差。

简单地讲，氧化就是物质和氧的化合，假如伴随着

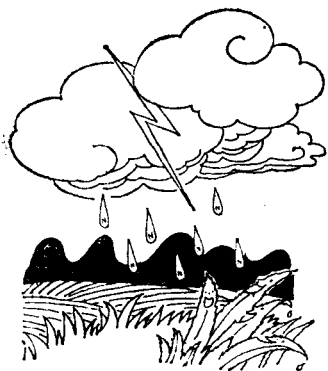
氧化发出大量的热和光,那就是燃烧。一切氧化过程,在纯氧里都要比在空气中进行得更剧烈,下面的实验可以证明这一点:如果往一个盛满纯氧的玻璃瓶里伸进一支烧红的铁丝,铁丝就会剧烈地燃烧起来,发出麦黄色的火花,如同焰火一样,而常温下铁在空气里是不能燃烧的。

氧是重要的工业原料,气焊需要纯氧,用氧气和乙炔(一种可燃气体)形成的“氧炔焰”温度可达 3000°C ,那真是削铁如泥,可以顺利地切割厚钢板。炼钢也要用纯氧,在炼钢炉顶吹氧,铁水里过多的碳可以烧掉,生铁就能炼成钢,过多的硅烧成二氧化硅,进入炉渣里除去,钢水就变得更加纯净,钢的质量就能提高。

除了普通的氧气外,还有一种“臭氧”(臭读成xiù),它的分子是由三个氧原子构成的,气体臭氧呈天蓝色,具有特殊的气味,有很强的杀菌力,医院和研究所的无菌室常用它来灭菌消毒。臭氧不稳定,容易自发地转化为氧。

大气里最多的元素

地球上白天的最高温度和夜晚的最低温度相差不大,就连夏季的最高气温和冬季的最低气温相差不



会超过 80°C 。月球就不同了，在赤道处中午为 127°C ，晚上最低可达零下 183°C ，温差竟有 310°C ！为什么地球和月球有这么大的差别呢，主要是在地球上有一层厚厚的大气包围着，调节着气温，而月球上却基本上没有大气。

大气里最多的不是氧而是氮，氮气约占大气总体积的 78% ，它无色无味，在常温下比较稳定，不爱和别的物质化合；只是到了高温时，它才活泼起来：在闪电中，氮和氧能化合生成氧化氮，溶解在雨水里就是很稀的硝酸，然后随着雨水倾泻到大地上。

大家都知道，氮、磷、钾是植物生长的三要素，硝酸就是很好的氮肥，雷雨一年带给大地的氮，约等于四亿吨化肥。二十世纪初，德国化学家哈柏研究成功了用氮气和氢气直接合成氨的方法，开始在工厂里生产氮肥。氨溶于水形成氨水，是速效氮肥；被硫酸吸收后就成为硫酸铵，用盐酸吸收可做成氯化铵，这些都是常用的化肥。氨氧化后还可以制成硝酸，硝酸是含氮化合物中最重要的一员，它是制造炸药、染料和塑料的原

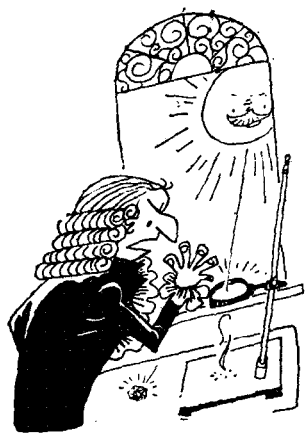
料,高浓度的硝酸会发出棕红色的烟气,叫做发烟硝酸,是火箭发射剂的燃料添加剂,当点燃火箭时,它受热分解出充足的氧,供火箭燃料剧烈燃烧之用。

在人体内,氮也是重要的一员。人的身体主要由血液、骨骼、内脏和肌肉组成,而肌肉、血液和内脏里的蛋白质就是氮的化合物。人通过饮食摄取动植物的蛋白质,把它们消化后重新合成人体的蛋白质,充实到血液、肌肉和脏器里。可以认为,蛋白质是生命的基础,它是由氮、氢、氧、碳等元素构成的。没有氮,氢、氧和碳只能合成水和糖类,而水和糖类是不能组成人的肌肤、毛发和血液的。可见,氮是蛋白质的基础,也是生命的基础。

闪光的宝石

世上最贵重的宝石要数金刚石。天然的金金刚石相貌很平常,象嵌在石头里的玻璃。然而经过人们精心琢磨;把它磨成许多平面相交的多棱体,它就变成光彩夺目的珍宝了。这时,人们把它称为钻石或金刚钻。

“没有金刚钻,别揽瓷器活”,这句俗语好象是劝人做事要量力;然而,从物理角度看,它说明金刚石有特殊的硬度。的确,金刚石是最最坚硬的东西了,它能



在瓷器上钻孔，能刻划玻璃，用它做成的拉丝模子可以将金属钨和钼拉成钨丝和钼丝，它又是地质钻机上高级钻头的刀刃，人们用它来为祖国开发宝藏。

如果把一块金刚石放在纯氧中，加热到700—800°C，这时会发生什么

情况呢？它会熔化吗？不会，它会化成一缕青烟，跑得无影无踪。上世纪初有位外国科学家在阳光下用放大镜照射金刚石，不料，当阳光聚集到金刚石上时，金刚石就化做青烟跑掉了。怎么会发生这样的事情呢？原来，坚硬无比的金刚石竟与木炭和石墨是一家，都是碳元素构成的，它们互为同素异形体，就如同氧气和臭氧那样。现在让我们顺便来认识一下它的弟兄吧。

石墨在哪里，你的铅笔心里就有。铅笔中的“铅”心不是金属铅，而是石墨加粘土做的。石墨是黑色的，它的结构就象一摞（音 luò）扑克牌，层与层之间可以滑移，遇到白纸，它就贴附在纸面上，留下黑道，这就是书写和画画时铅笔在纸上的作用。石墨还是优良的润滑

剂,假如你有一把锁发紧发涩(音 sè)不好开了,用小刀削一点软铅笔心粉,压碎灌进锁里,锁就好开了,效果比上油还好。石墨比起金刚石来真是软如泥,然而它不怕火,耐高温,又能导电,所以工业上用它做成坩埚来熔炼金属或合金,做成大电极用在炼钢炉上。

木炭和煤是碳的另一种存在形式,由于它没有严格的结晶形态,叫做无定形碳。

金刚石、石墨、无定形碳都是同种元素构成的,虽然它们的物理性质和形态各异,但在一定的条件下又可以互相转化。比如金刚石在缺氧条件下燃烧,会生成一部分无定形碳;石墨在高温高压下可以做成人造金刚石。现在好多国家都会制造人造金刚石,当石墨在隔绝空气的情况下,加热到二千多度并加上几万个大气压的压强时,石墨中的碳原子就整整齐齐排好了队,变成了金刚石,这样的金刚石一般都带灰色,不那么漂亮,但硬度很高,用来做磨料和地质钻头照样是呱呱叫的。

金刚石和石墨根本的不同就在于碳原子的排列方式不一样。金刚石中碳排列成有规则的正四面体,即每一个碳原子周围有四个等距离的碳原子与它联结;而石墨中的碳是层状排列,每层上碳原子按六方形相联,而层与层之间距离较大,松散而容易滑动;无定形

碳则没有一定的排列规则和顺序，松松垮垮，只能做燃料或填充剂。

轻 与 重

在日常生活中，羽毛和棉花常常代表轻的东西：一说到重物，人们自然会想起秤砣或岩石。在元素家族里，由于不同元素的密度相差很大，“轻如鸿毛”和“重如泰山”的情形也是不稀奇的。

就拿金属来说吧，最重的金属元素叫铱(Os 音 è)，它的密度是22.7克/厘米³。这个元素看来陌生，其实差不多天天和我们在一起，它在哪儿呢？就在铱(Ir 音 yī)金笔尖上。铱金笔尖多是金属铱和铱的合金，

特别耐磨，它比白金还耐腐蚀，价钱又便宜得多，称得上物美价廉，所以大多数自来水笔都用它。在金属世界里，铱有一位最轻的小弟弟，它叫锂(Li 音 lì)，密度只有0.535克/厘米³，比水轻得多，把它搁在煤

