

素质·求知·技能丛书 (圆)

化 学 探 秘

——非金属大观园

杨雁斌 编著

华东理工大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学探秘——非金属大观园/杨雁斌编著.

—上海:华东理工大学出版社, 2000.12

(素质·求知·技能丛书, 2)

ISBN 7-5628-1100-8

I. 化... II. 杨... III. 化学元素—普及读物 IV. 06-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2000) 第54738号

化学探秘

——非金属大观园

素质·求知·技能丛书 (2)

杨雁斌 编著

华东理工大学出版社出版发行	开本 787mm×1092mm 1/32
上海市梅陇路8号	丛书总印张 160张 本册印张 128张
邮编 200240 电话 (021) 54251111	丛书总字数 360千字 字数 256千字
网址 增曾造造造造造造造	版次 2000年12月第1版
新华书店上海发行所经销	印次 2000年12月第1次
上海崇明晨光印刷厂印刷	印数 1500册
陈雁斌 杨雁斌 杨雁斌 杨雁斌	丛书全套定价 360元 本册定价 25.00元

前言

氢气能变成金属吗？

重水与普通水有何区别？

笑气为什么能使人发笑？

地球上的氧会耗尽吗？

惰性气体真的不与任何物质化合吗？

煤能变成石油吗？

“碳钟”是如何计时的？

甲天下的桂林山水是如何形成的？

石头中能长出棉花吗？

有摔不碎的陶瓷和玻璃吗？

“鬼火”是怎么回事？

.....

看看这本书吧，每一个问号的背后都有一则有趣的故事，每一个为什么都会送给你一份新的知识。它们将把你引入精彩纷呈的非金属大观园，让你领略在学校的学习中所品尝不到的乐趣。

在构成宇宙万物的~~元素~~多种元素中，金属约占了~~四分之三~~，非金属的种类则较少，只占~~四分之一~~。别看非金属元素的成员比金属少，可非金属元素却占了地壳中所有元素总重量的~~三分之二~~。我们周围的大气层全部是由非金属元素组成的，浩瀚的海洋也是以非金属元素氧、氢、氯为主体而构成的。

在我们的日常生活中，与非金属交往的

机会就更多了：空气和水都是由非金属元素组成的，这是我们赖以生存的基础，植物为我们提供食物，但是要使植物正常生长，氮和磷都是不可缺少的养分，光合作用也需要二氧化碳的支持，而它们都是非金属元素，我们喝水用的茶杯是由玻璃制成的，吃饭用的碗是陶瓷制品，住的房子是由水泥建造的，而它们也都是非金属材料……

总之，离开了非金属，人类将无法生存，下面就让我们一起到非金属大观园中畅游吧！

目 录

第一章 气体世界寻趣

1. 最轻的气体 (1)
2. 氮气大家庭 (8)
3. 氧气和臭氧 (18)
4. 氟气和氯气 (26)
5. 懒惰的气体 (34)

第二章 碳王国猎奇

1. 浑身是宝的煤 (43)
2. 性能优异的金刚石与石墨 (50)
3. 用途广泛的无定形碳 (57)
4. 神通广大的碳—14 (62)
5. 功大于过的二氧化碳 (65)

第三章 硅家族探秘

1. 华丽的水晶 (76)
2. 金刚砂与石棉 (79)
3. 玻璃世家 (83)
4. 陶瓷新秀 (92)

目 录

5. 水泥趣事	(101)
---------------	-------

第四章 非金属园地漫游

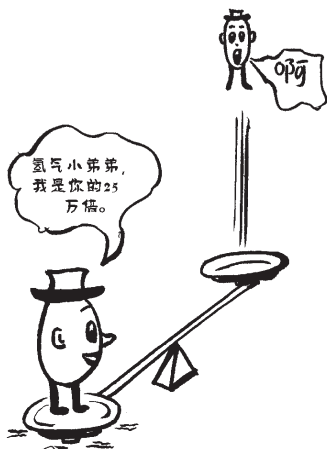
1. 坚硬的硼	(107)
2. 易燃的磷	(109)
3. 神奇的硫	(115)
4. 可怕的砷	(123)
5. 兄弟元素硒与碲	(126)
6. 卤族姐妹溴与碘	(130)

第一章 气体世界寻趣

1. 最轻的气体

氢气的性质

在众多的化学元素中，氢是最轻的，只有空气的 $1/14$ 。1升氢气在 0°C 时只有0.08988克，而最重的元素钨，同样1升体积就达到了22480克，两者相差竟达25万倍！如果用氢气充灌气球，必须用手牢牢抓住，否则只要一撒手，它就会冉冉升上天空。



不过，用氢气充气球并不安全，这是因为氢气是一种易燃气体，当点燃纯净的氢气时，它会安静地燃烧，并发出淡蓝色的火焰。可是氢气一旦同空气混合，只要有一点点火星就会引起爆炸。所以玩氢气球时一定要特别小心。

地球上氢的含量仅次于氧,居第二位。而在宇宙空间中,氢原子比其他所有元素的原子总和还多100倍。因此可以说氢是宇宙中最多的元素。不过氢的性格太活泼,喜欢同别的元素“结亲”,以化合物的形式存在。

除了灌制气球外,氢还有许多用途。氢在氧气中燃烧时,可产生高达3 000℃的高温,这一温度足以将许多金属熔化。人们就是用“氢氧焰”来切割或焊接金属板的。

氢和氮在催化剂的作用下,加上适当的温度和压力,就会生成氨,而氨是生产氮肥的重要原料。

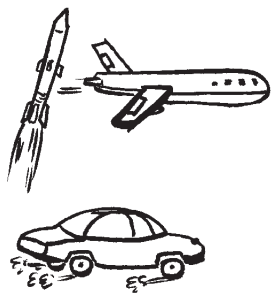
氢还是夺氧的“能手”,许多金属的氧化物要用氢气作为还原剂来冶炼。许多液态油的色泽和气味不好,经过氢化后,就能“脱胎换骨”,化学上称这一过程为油脂的氢化。比如,气味难闻的鲸油,氢化以后就变成没有气味的白色固体;植物性油脂氢化以后,就可以制成富有营养、美味可口的人造黄油。

此外,现在有许多地质学家正在研究利用氢来预报地震的可行性。由于在地壳岩石中,氢的含量相当多,而氢又具有质量轻的特点,在压力大、温度高的情况下,其移动速度远比其他气体要快。因而,在地震的孕育阶段,地下结构的剧烈运动能使氢气迅速地发生相应的反应,人们便可以根据地壳中氢的变化来预测地震的发生了。

未来的能源新秀

人们的生活及生产活动离不开能源,目前人类使用的主要能源是石油、煤和天然气等化石燃料。这些燃料不

仅会污染环境,而且不可再生。据估计,现有的石油资源按现在开采速度到2050年就将耗尽,我们将面临着“世



界能源危机”,因此新能源的开发利用迫在眉睫。科学家们经研究后一致认为,氢将是取代石油的最理想的未来能源。

氢作为燃料,其优点是显而易见的:氢本身是一种无色、无味、无毒的气体,燃烧后生成的唯一的产物是水,不会产生氮、硫、碳等氧化物及粉尘等对人体和环境有害的污染物。另外,氢气的密度很小,它是一种热值很高的燃料,燃烧1千克氢可以放出34 000千卡的热量,比石油、煤炭等化石燃料大得多。更重要的是氢的来源几乎是无穷无尽的,氢元素占水的质量的11%,而地球表面十分之七被海水覆盖,据估算地球上光在水中就含有15亿亿吨氢,因此绝对没有枯竭的危险。

有人也许会产生这样的疑问:氢作为能源既然有这么好处,为什么不立即全面推广使用呢?

原来,大量使用氢燃料还存在着一些难题。比如,氢气的贮存和运输就限制了它作为一种理想能源的大规模

使用。

氢气的贮运

在通常情况下,氢气是气体,质量非常小,即使加压到15兆帕,储存于高压钢瓶中,所装气体的质量也不到钢瓶的1/100,而且氢气的性格比较暴烈,遇到火花会发生爆炸,因此直接将氢气储存于钢瓶中的做法既不方便,也不安全,储量也很小,因此并不可行。

那么,能否也像其他一些气体一样,将氢气液化后储存起来呢?回答是肯定的。不过氢气是世界上密度最小,沸点最低的物质,在常压下,要冷至零下252.6℃才会变成液氢。这样制备液氢不仅需要能制造超低温的冷却设备,而且还需将液氢储存在隔热的容器中,因此需要较大的空间,也比较笨重。比如,用液氢作燃料、用液氧作助燃剂的宇宙火箭,光液氢和液氧的储存箱,就要占到火箭全部空间的一半以上。航天飞机的起飞重量约2 000吨,而液氢液氧的储存箱约重700吨,占起飞重量的1/3以上。因此,将氢气液化后储存的方法尽管已应用于实践中,但还是存在着许多困难。

那么能否将氢气转变成固态的金属氢呢?这确实也是一个很不错的主意。不知你是否注意到,在元素周期表中,氢所在的这一族除了氢以外,都是典型的金属。为此,科学家们一直在思考将氢转变成金属的方法,并于1972年在高压下成功地制得了金属氢,这可以说是金属家族中诞生的一个新成员。金属氢的密度很高,用它作燃料,

不但体积小、效率高,储存也方便。但由于近期还无法在常压下得到稳定的金属氢,因此用这一方法储氢尚需时日。

那么,出路何在呢?

就在人们为解决氢气的贮存问题绞尽脑汁的时候,贮氢合金的发现无疑给人们带来了希望。话题还得从20世纪70年代发生在日本的一个偶然事件说起。

1974年,日本松下电器产业中央研究所的研究人员发现了一个奇怪的现象——将钛锰合金和氢气一起装入容器后,氢气的压力居然从1 013.25千帕降到了101.325千帕。经仔细研究,他们惊讶地发现:减少的氢气是被钛锰合金“吃掉”的!

原来钛锰合金的晶体结构中的晶格存在空隙,氢气可以钻入这些空隙,并与金属反应,以金属氢化物的形式贮存起来。由于氢与金属的结合力较弱,一旦加热或减压,金属又会将“吃”下去的氢气原封不动地“吐”出来。用这种贮氢金属来贮存氢气,就像海绵吸水那样先“吸饱”氢气,然后运送到需要的地方“挤出”供使用,随用随挤,十分方便。

钛锰合金能贮存大约比其本身大1 000~3 000倍的氢气,“胃口”已够大了,但对大规模使用来说,“肚子”还显得不够大。为此,人们又开发出了铁钛系、镁镍系、稀土系以及钒、铌、锆等金属及合金。一旦价廉物美的“特大肚子贮氢金属”成为现实,人们就可以更大规模地使用氢作燃料。到那时,整个海洋将成为人类的动力之源。

神秘的重水

氢元素有三种同位素：氕（即我们平时说的氢）、氘（重氢）和氚（超重氢）。它们与氧结合，就生成水、重水和超重水。

重水和普通蒸馏水一样是无色透明的，没有任何味道，不能燃烧，也不会爆炸。但是，纯净的重水与普通水毕竟还是有区别的，重水的凝结温度要比普通水高 3.8°C ，沸点是 101.4°C ，密度1.1，比普通水重10%，所以被称为重水。盐类在重水中的溶解度很小，因此这种溶液的导电性也非常低。有趣的是，重水能够强烈地吸收空气中和容器内的湿气，具有吸水的本领。水吸收水！这是重水的一大特色。

纯净的重水，对生物体来说却是致命水，不过它不像毒药那样起毒害作用，而是起麻痹作用，使有机体的生命活动过程逐渐减慢。例如，种子在重水中不会发芽；鱼类在重水中，几小时内必死无疑。

重水之所以为大家熟悉，原因之一是它在原子核反应堆中扮演了一个重要的角色——中子减速剂。它能使核反应过程中产生的中子减速，这些受到减速的中子再去引发其他铀原子裂



变,使原子核反应持续进行。而要获得重水,是非常困难的,因为它在水中的含量微乎其微,只占万分之一点五,平均每7吨水中,才有1000克左右的重水。所以,在第二次世界大战期间,重水成了各国争夺的一种重要的战略物资。

1940年秋天,德国法西斯入侵挪威,并占领了里尤坎镇的一家电化学工厂。他们利用这一工厂,以每月100千克的速度生产重水,然后运往柏林,供德国研制原子弹。英国政府从挪威的地下抵抗组织那里获得了这一情报后,立即组织了一支名为“燕子”的突击队,不惜一切代价,终于在1942年炸毁了这座工厂,以致失去了珍贵的重水的德国,直到1945年投降时,也未能生产出原子弹。

差不多也在这个时候,大物理学家玻尔从德国占领的丹麦前往英国,他的行装仅是一只普通的绿色啤酒瓶,可玻尔却像爱护自己的眼睛一样,保护着这个啤酒瓶,原来里面装的是价值连城的重水。不料,到了英国后,玻尔却发现瓶中装的竟是真正的丹麦啤酒,而盛重水的瓶却误留在丹麦家中的冰箱里了。这可把玻尔急坏了,后来在丹麦地下抵抗组织的帮助下,费尽



了周折,玻尔终于拿到了重水。他高兴得立即打开那个被当作重水的啤酒瓶,一饮而尽,以示祝贺。



现在,尽管中子减速剂已普遍采用石墨了,但重水的身价不仅没有降低,反而进一步提高了。这是因为人们在实现重原子核裂变以后,又发现了重氢这样的轻原子核在高温高压下会发生聚变,并放出大量的热能,这就是热核反应。这一热核反应放出的热能比原子核裂变反应还要大10倍!

在地球上,第一次利用热核反应的是氢弹。氢弹里面其实没有氢,里面装的是氘和一颗原子弹。当原子弹爆炸时,它所产生的能量将氘加热到非常高的温度,从而引发了热核反应。但是,氢弹在爆炸瞬间,能量就全部失散,没法控制和利用。现在,科学家们正积极地研究能人为控制的热核反应,希望它能够把热量慢慢地释放出来,为人类造福。

2. 氮气大家庭

真的“不能维持生命”吗?

18世纪后期,人们成功地捕获了两种气体:二氧化碳和氢气。可对空气本身,人们仍然知道得很少。

首先触及空气的是苏格兰化学家布拉克。他在煅烧石灰石发现“固定空气”(即二氧化碳)的同时,又发现木炭在水上玻璃罩内燃烧,用苛性钾溶液吸收掉生成的“固定空气”后,仍留下相当数量的剩余气体,于是他让学生卢塞福对此进行研究。

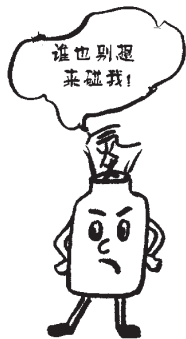
1772年,卢塞福用玻璃罩中燃烧白磷的方法制得这种“剩余气体”后发现它不支持燃烧,也不支持呼吸,便为其取名“浊气”(其实这就是氮气)。但他并不认为浊气是空气的一种成分。

差不多在同一时间,瑞典化学家舍勒和英国科学家普列斯特里也做了类似的实验,并分别将氮气称为“无用空气”和“被燃素饱和了的空气”。“氮气”这一名称则是法国化学家拉瓦锡取的,按照希腊文原意,“氮气”是“不能维持生命”的意思,因为拉瓦锡认为不支持呼吸是氮气的主要性质。

在常温下,氮气确实是一种“性格孤僻”的气体,除了金属锂外,它几乎不和任何物质化合,当然也就谈不上支持燃烧和维持生命了。也正因为这一原因,清末著名翻译家徐寿在将氮气译成中文时,写作“淡气”,意思是说它冲淡了空气中的氧气。后来,化学家们在统一化学名词时,才用“气”取代了“淡”的“氵”,写成了“氮”。

纯净的氮气在常温下是无色无味的气体。它比空气略轻,在零下 195.8°C 时会变成没有颜色的液体,在零下 209.83°C 时,则又成为雪花状的固体。氮气在水中的溶解度很小,在通常状况下,1体积水中只可溶解0.02体积的氮

气。由于在氮气分子中,两个氮原子间以三个共价键相结



合,非常牢固,因此在常温下,氮气的化学性质很不活泼。人们常用氮气充填电灯泡来减缓钨丝的挥发速度,使灯泡经久耐用。

在博物馆中,那些贵重的画册也常

常保存在充满氮气的圆筒中。这是因为氮气能阻止画册的氧化,而且它还不支持呼吸,因此蛀虫在氮气中就不能生存,当然也就无法出来捣乱了。此外,如果粮食、水果等处在低氧高氮的环境中,也能使害虫因缺氧窒息而死,所以粮食和农副产品仓库中常利用“真空充氮”的方法来保存粮食、水果。

那么,氮真的不能维持生命吗?随着认识的提高,人们发现氮对生命来说是那样的重要。如果说“没有氮,就没有生命!”也并不过分,因为它是构成生命基本物质蛋白质的必需元素。

人类真正开始认识蛋白质,不过是100多年前的事。1838年,荷兰化学家米尔德第一次从生物体内提纯出了蛋白质,并作了一系列初步的研究,发现蛋白质是有机体不可缺少的物质。差不多在同一时代,德国著名化学家李必希做了一个有趣的实验:他用不同的食物喂养小动物,

一组动物喂给糖和脂肪,另一组喂蛋白质,结果一段时间后,只吃糖和脂肪的动物全死了,而吃蛋白质的另一组动物却活得很好。这说明动物得不到蛋白质的补充,就会死亡。

现代科学研究也有力地证实了蛋白质是一切生命活动的基础,是生命的基石。据统计,婴儿每天所需的蛋白质超过50克,儿童约为90克,16岁以下的少年需120克,成人更是达到了150克。这说明“氮不能维持生命”这一观点已经过时了,不过由于习惯的缘故,“氮”这一名称还是保留了下来。

可怕的“氮荒”

蛋白质是人类不可缺少的食物。然而,到目前为此,人和动物都不能自己制造蛋白质,他们必须直接或间接地从植物那里来获取。

在大自然中,植物从根部吸收含氮的化合物,然后运送到叶子上,经过光合作用,形成各种氨基酸,然后再由氨基酸合成蛋白质。据统计,每收获1吨小麦,就大约需从土壤中摄取25千克氮。全世界的植物在一年内,要消耗土壤中4 000多万吨氮。这样,随着人类一年又一年地收割庄稼,土壤中的氮就会越来越少。

有读者也许会问,空气中不是有很多氮气吗?不错,空气中确实有大量的氮,其总量达到了4 000万吨。不过,植物(豆类除外)并不能吸收这些氮。这是因为氮气分子中的两个原子结合得十分牢固,植物没有本领将其打开,