



中吉联合



物质构成的化学

MAGICAL CHEMISTRY

魔幻的化学

自古以来，人类就一直在研究关于物质构成的一门科学——化学。古希腊人亚里士多德是第一位尝试解释世界物质构成的科学先驱。他认为，地球上的物质都是由四种基本物质构成的：土、水、空气和火。今天我们认识到，世界上存在着112种不同的元素，正是这些构成了我们的宇宙，其中包含了行星和恒星，当然也有我们的地球。本书为广大青少年读者介绍了有关化学的入门知识。

徐东梅◎编著



中国出版集团



现代出版社



物质构成的化学

MAGICAL
CHEMISTRY

魔幻的化学

徐东梅◎编著

常州大学图书馆
藏书章



中国出版集团
现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

魔幻的化学 / 徐东梅编著. —北京: 现代出版社,
2012. 12

(物质构成的化学)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 0964 - 5

I. ①魔… II. ①徐… III. ①化学 - 青年读物②化学
- 少年读物 IV. ①O6 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 275544 号

魔幻的化学

- | | |
|------|-------------------------------------|
| 编 著 | 徐东梅 |
| 责任编辑 | 刘 刚 |
| 出版发行 | 现代出版社 |
| 地 址 | 北京市安定门外安华里 504 号 |
| 邮政编码 | 100011 |
| 电 话 | 010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真) |
| 网 址 | www. xdebs. com |
| 电子信箱 | xiandai@cnpitc. com. cn |
| 印 刷 | 北京市业和印务有限公司 |
| 开 本 | 710mm × 1000mm 1/16 |
| 印 张 | 12 |
| 版 次 | 2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷 |
| 书 号 | ISBN 978 - 7 - 5143 - 0964 - 5 |
| 定 价 | 23.80 元 |
-

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载



前言

化学,顾名思义就是“变化的科学”。在化学的世界里,各种物质常常会发生令人惊奇的奇妙变化。翻开本书,带你走进一个不可思议的化学世界:

金刚石和石墨都是碳的单质,是同素异形体。由于二者的化学结构不同,导致它们的性能有着天壤之别。前者是硬度之王,后者则滑腻柔软。

白如雪、轻如云、暖如棉、柔如绒,吸水性和手感与棉花相似的“合成棉花”,是由化学家们像魔术师变戏法一样用石头做原料“变”来的。

“凯芙拉”由多种化学物质融合而成,不仅坚韧耐磨,而且刚柔相济,具有刀枪不入的特殊本领。

纺织品因受微生物侵蚀而造成的危害是显而易见的,于是人们用化学的方法合成了一种不会寄存病毒的抗菌纤维。

有一种材料可以在几分钟内吸收相当于自身重量几百倍乃至上千倍的水,也可吸收相当自身重量几十倍的电解质水溶液、尿、血液等,这种神奇的材料就是高分子吸水剂。

造成人类死亡的病因,往往只是某一器官或某一部分组织患病,医生就用其他人的器官给病人做移植手术。但随着这方面病人的增多,这种做法已不能满足需要了,人们便很自然地想到用化学合成的人造器官来代替人体器官。

输血之前必须进行验血,一些危重病人常常因为没有足够的时间和必需的设备无法输血而死亡。而且血库里的血都是从身体健康的人身上取来的,极其有限。为了使病人及时得到输血,科学家们开发出了“万能”的人造血。



俗话说：“天有不测风云。”然而，随着科学技术的不断发展，这种观点已成为过去。几千年来人类“播云行雨”的愿望，如今已成为现实，使人类摆脱靠天吃饭的命运。

英国的一位建筑师在给外墙面粉刷的水泥中加了一些二氯化钴，别出心裁地将变色原理和色彩原理结合，创作了一幅“季节”随天气变化的风景画，令人叹为观止。

催泪气体在低浓度下，可使人眼睛受刺激，不断流泪，难以睁开眼睛，于是催泪弹作为一种非杀伤性的化学武器，被世界各国警察使用，广泛用作在暴乱场合以驱散示威者。

大家一定都领受过感冒时打喷嚏的那种难受劲儿，在战场上要是让你连续不断地打喷嚏，那仗肯定没法打。化学家们通过人工方法合成了一种能使人不停地打喷嚏的毒剂，这种毒剂就是亚当氏剂。

利用特异性能的化学物质破坏坦克、战斗车辆的视瞄器材、电子设备、发动机以及操作人员的生理功能，使其丧失战斗力。如果说常规的反坦克武器是“以硬对硬”，那么这种化学物质反坦克武器就是以“软”制硬。

这些令人惊叹的、不可思议的奇迹，都是由自然科学中的“魔术师”——化学创造出来的。

总之，利用化学可以保证人类的生存并不断提高人类的生活质量。运用化学知识来分析和解决社会问题，如能源问题、粮食问题、环境问题、资源与可持续发展等问题，往往能另辟路径，柳暗花明。学习化学可以引起人们的好奇心和探索的欲望，激发人类了解自然的愿望，进而掌握各种提高生产力和改善人类生活的化学工具。



目 录

奇妙多样的无机物质

成分复杂的空气	1
最轻与最重的气体	5
无色无味的二氧化碳	13
臭氧的两面性	17
“笑气”一氧化二氮	20
泉水治病的奥秘	24
天壤之别的两兄弟	27
极大推动人类发展的铁	33
不可小觑的铝	38
“大地女神之子”钛	42
月亮般的金属——银	45
“孪生兄弟”铌与钽	49
珍贵的稀散金属	54
稀土十七姊妹	62
颠覆传统观念的人造元素	66



神通广大的合成材料

“塑料王”聚四氟乙烯	71
不会寄存病毒的抗菌纤维	75
奇妙的调温纤维和变色纤维	79
高分子吸水剂	83
“弹性之王”橡胶	86
羊毛不出在羊身上	90
无迹可寻的隐形材料	93
“防弹新秀”凯芙拉	97
不会生病的人造器官	101
万能的人造血	105
奇迹的缔造者——玻璃	108
不锈的金属	113
记住自己模样的合金	117
“永不凋谢的材料之花”陶瓷	122

生产生活中的化学

化学元素与生命	128
人工降雨	133
会自行变色的壁画	137
锅中的奥秘	140
硝酸银与摄影	143
甜味的“油”	146
饮水中的化学道理	149
海洋中的丰富化学元素	154
前景广阔的河口化学	158

令人恐怖的化学武器

形形色色的化学武器	165
“毒气之王”芥子气	168
非致命性武器催泪弹	172
让人打喷嚏不止的亚当氏剂	175
毒杀力惊人的氢氰酸	177
坦克不能承受之“软”	180

奇妙多样的无机物质

无机物质是世界的本原和起点，在地球上还没有产生生命和人类的时候，无机物质就已经存在了。例如，地球上的阳光、空气、水、大地、山川、土壤、海洋等宏观物体，各种化学元素和微观世界的原子、电子、基本粒子以及夸克等等。它们都是无生命的客观存在，都是在产生生命以前就存在的，都遵循机械的、物理的和化学的运动规律。生物界就是在无机自然界的基础上产生的，生命体都具有无机物质的基础性，而人类是在无机物质和生命基础上发展起来的最高级生命。原生生物和植物直接依赖无机自然界而生存，动物直接依赖于植物而生存，人类不仅依赖于无机自然界，而且依赖于生物界才能生存。

成分复杂的空气

空气是地球上的动植物生存的必要条件，动物呼吸、植物光合作用都离不开空气。大气层可以使地球上的温度保持相对稳定，如果没有大气层，白天温度会很高，而夜间温度会很低。大气层可以吸收来自太阳的紫外线，保护地球



上的生物免受伤害。大气层可以阻止来自太空的高能粒子过多地进入地球，阻止陨石撞击地球，因为陨石与大气摩擦时既可以减速又可以燃烧。风、云、雨、雪的形成都离不开大气。声音的传播也要利用空气。降落伞、减速伞和飞机也都利用了空气的作用力。一些机器要利用压缩空气进行工作等。

空气是人们赖以生存的必要因素。可是，空气是什么？它是由什么组成的呢？

在远古时代，空气曾被人们认为是简单的物质，直到1669年梅猷根据蜡烛燃烧的实验，推断空气的组成是复杂的。德国的史达尔约在1700年提出了一个普遍的化学理论，就是“燃素学说”。他认为有一种看不见的所谓的燃素，存在于可燃物质内。例如蜡烛燃烧，燃烧时燃素逸去，蜡烛缩小下塌而化为灰烬，他认为，燃烧失去燃素现象，即：蜡烛 - 燃素 = 灰烬。然而燃素学说终究不能解释自然界变化中的一些现象，它存在着严重的矛盾。第一是没有人见过“燃素”的存在；第二，金属燃烧后质量增加，那么“燃素”就必然有负的质量，这是不可思议的。

1771年，在瑞典的一个药房里，药剂师卡尔·杜勒做了一个有趣的实验。他从水里夹出了一块儿橡皮似的黄磷，扔进一个空瓶子。黄磷是个脾气暴躁的家伙，它凭空也会“发火”——在空气中会自燃。杜勒把黄磷扔进空瓶子之后，立即用玻璃片盖上瓶口，黄磷燃烧起来了，射出白得炫目的光芒，瓶里弥漫着白色的浓烟。因为杜勒把瓶子盖死了，所以，黄磷虽然在一开始烧得挺猛烈，但是没一会儿就熄灭了。当杜勒把瓶子倒放到水里，移开玻璃片时，水就会自动跑上来，而且总是跑进约 $\frac{1}{5}$ 的地方。杜勒感到很奇怪，他想：瓶里剩下来的气体是什么呢？当他再把黄磷放进时，黄磷不再“发火”啦。他小心翼翼地把一只小老鼠放进瓶子里，只见它拼命地挣扎，不一会儿就死掉了。这件事引起了法国化学家拉瓦锡的注意。1774年，拉瓦锡提出燃烧的氧化学说，才否定燃素学说。拉瓦锡在进行铅、汞等金属的燃烧实验过程中，把少量汞放在密闭容器中加热12天，发现部分汞变成红色粉末，同时，空气体积减少了 $\frac{1}{5}$ 左右。通过对剩余气体的研究，他发现这部分气体不能供给呼吸，也不助燃，他误认为这全部是氮气。

拉瓦锡又把加热生成的红色粉末收集起来，放在另一个较小的容器中再

加热，得到汞和氧气，且氧气体积恰好等于密闭容器中减少的空气体积。他把得到的氧气导入前一个容器，所得气体和空气性质完全相同。

通过实验，拉瓦锡得出了空气由氧气和氮气组成，氧气占其中的 $\frac{1}{5}$ 。他把剩下的 $\frac{4}{5}$ 气体叫作氮气。氧气能助燃，氮气不能助燃。19 世纪前，人们认为空气中仅有氮气与氧气，后来陆续发现了一些稀有气体。目前，人们已能精确测量空气成分。根据测定，证明干燥空气中（按体积比例计算）：氧气约占 21%，氮气约占 78%，稀有气体



拉瓦锡

约占 0.94%，二氧化碳约占 0.03%，其他杂质约占 0.03%。因此构成地球周围大气的气体——空气是无色，无味，主要成分是氮气和氧气，还有极少量的氦、氖、氩、氪、氙、氡等稀有气体和水蒸气、二氧化碳和尘埃等的混合物。

空气的成分以氮气、氧气为主，是长期以来自然界里各种变化所造成的。在原始的绿色植物出现以前，原始大气是以一氧化碳、二氧化碳、甲烷和氨为主的。在绿色植物出现以后，植物在光合作用中放出的游离氧，使原始大气里的一氧化碳氧化成为二氧化碳，甲烷氧化成为水蒸气和二氧化碳，氨氧化成为水蒸气和氮气。以后，由于植物的光合作用持续地进行，空气里的二氧化碳在植物发生光合作用的过程中被吸收了大部分，并使空气里的氧气越来越多，终于形成了以氮气和氧气为主的现代空气。

空气是混合物，它的成分是很复杂的。空气的恒定成分是氮气、氧气以及稀有气体，这些成分几乎不变，主要是自然界各种变化相互补偿的结果。空气的可变成分是二氧化碳和水蒸气，空气的不定成分完全因地区而异。例如，在工厂区附近的空气里就会因生产项目的不同，而分别含有氨气、酸蒸气等。另外，空气里还含有极微量的氢、臭氧、氮的氧化物、甲烷等气体。灰尘是空气里或多或少的悬浮杂质。总的来说，空气的成分一般是比较固定的。



空气包裹在地球的外面,厚度达到数千千米,这一层厚厚的空气被称为大气层。按照空气的组成及性质,人们把大气层分为几个不同的层,从下到上有对流层、平流层(同温层)、热层、电离层、外层,共5层。我们生活在最下面的一层(即对流层)中。在同温层,空气要稀薄得多,这里有一种叫作“臭氧”的气体,它可以吸收太阳光中有害的紫外线。电离层有一层被称为离子的带电微粒。电离层的作用非常重要,它可以将无线电波反射到世界各地。若不考虑水蒸气、二氧化碳和各种碳氢化合物,则地面至100千米高度的空气平均组成保持恒定值,100千米以上25千米高空臭氧的含量有所增加。在更高的高空,空气的组成随高度而变,且明显地同每天的时间及太阳活动有关。

空气看不见,摸不着,但并非没有重量。由于空气存在重量,大气层中的空气始终给我们以压力,这种压力被称为大气压。我们人体每平方厘米上大约要承受1千克的重量,因为我们体内也有空气,这种压力体内外相等,所以,大气的压力才不会将我们压垮。

知识点

拉瓦锡

拉瓦锡(1743—1794),法国著名化学家,近代化学的奠基人之一。1763年获法学学士学位,并取得律师从业证书,后转向研究自然科学。他的论文《化学概要》标志着现代化学的诞生。在这篇论文中,拉瓦锡除了正确地描述燃烧和吸收这两种现象之外,在历史上还第一次开列出化学元素的准确名称。名称的确立建立在物质是由化学元素组成的这个概念基础之上。拉瓦锡根据化学实验的经验,阐明了质量守恒定律和它在化学中的运用。这些工作,特别是他所提出的新观念、新理论、新思想,为近代化学的发展奠定了重要的基础,因而后人称拉瓦锡为近代化学之父。拉瓦锡之于化学,犹如牛顿之于物理学。1794年,他因包税官的身份在法国大革命时被处死。

延伸阅读

喷火的老牛

在荷兰的一个小山村里，曾经发生过这样一件怪事。一个兽医给一头老牛治病，这头牛一会儿抬头，一会儿低下头，蹄子不断地打着地，好像热锅上的蚂蚁坐卧不安。近日来，它吃不下饲料，肚子却溜圆，手指一敲“咚咚”直响。兽医诊断认为：这牛肠胃胀气。他为了检查牛胃里的气体是否通过嘴排出来，便用探针插进牛的咽喉，当他在牛的嘴巴前打着打火机准备观察时，他万万没有想到牛胃里产生的气体熊熊地燃烧了起来，从牛嘴里喷出长长的火舌，引起一场冲天大火，将整个牛棚和牧草化为一片灰烬。

这头牛为什么会喷火呢？经有关人员的研究分析得出结论：牛喷出的气体是甲烷。

甲烷的分子式为 CH_4 ，在沼泽的底部往往有气泡逸出，那就是它，因此又得名沼气。它是一种无色、无味的气体，化学性质比较稳定，它可以燃烧并产生大量的热。因此，它是一种燃料。把有机废物像人、畜的粪便，麦秆、茎叶、杂草、树叶等特别是含纤维素的物质作为原料，在沼气池内发酵，在微生物的作用下，就产生了甲烷。

明白甲烷产生的条件，我们很容易弄清那头牛为什么会喷火了。牛吃的饲料是牧草，其主要成分为纤维素。由于牛患病，消化功能衰弱，在胃里进行异常发酵，产生了大量的甲烷，引起了肠胃胀气。当兽医插入探针后，就像一根导管一样，把气体引了出来。

最轻与最重的气体

最轻的气体——氢

氢是元素周期表中的第一号元素，它的原子是元素中最小的一个。由于



它又轻又小，所以跑得最快，如果人们让每种元素的原子进行一场别开生面的赛跑运动会，那么冠军非氢原子莫属。

氢气是最轻的气体，在 0°C 和一个大气压下，每升氢气只有 0.09 克，它的“体重”还不到空气的 $1/14$ ，它的这种特点，很早就引起了人们的兴趣。1780 年，法国一名化学家便把氢气充入猪的膀胱中，制成了世界上第一个、也是最原始的氢气球，它冉冉地飞向了高空。现在，人们是在橡胶薄膜中充入氢气，大量制造氢气球。

在地球上和地球大气中只存在极稀少的游离氢。在地壳中，如果按重量计算，氢只占总重量的 1%，而如果按原子百分数计算，则占 17%。氢在自然界中分布很广，水便是氢的“仓库”——水中含 11% 的氢；泥土中约有 1.5% 的氢；石油、天然气、动植物体中也含氢。在空气中，氢气倒不多，约占总体积的 $1/2\ 000\ 000$ 。在整个宇宙中，按原子百分数来说，氢却是最多的元素。据研究，在太阳的大气中，按原子百分数计算，氢占 81.75%。在宇宙空间中，氢原子的数目比其他所有元素原子的总和约大 100 倍。

氢是重要的工业原料，如合成氨和甲醇，也用来提炼石油，氢化有机物质作为收缩气体，用在氧氢焰熔接器和火箭燃料中。在高温下用氢将金属氧化物还原以制取金属较之其他方法，产品的性质更易控制，同时金属的纯度也更高，广泛用于钨、钼、钴、铁等金属粉末和锗、硅的生产。

由于氢气很轻，人们利用它来制作氢气球（注意：目前出于安全考虑，一般用氦气作为原料制造氢气球）。氢气与氧气化合时，能放出大量的热，被用来切割金属。

利用氢的同位素氘和氚的原子核聚变时产生的能量能生产杀伤性和破坏性极强的氢弹，其威力比原子弹大得多。

现在，氢气还作为一种可替代性的、未来的清洁能源，用于汽车等的燃料。为此，美国于 2002 年还提出了“国家氢动力计划”，但是由于技术还不成熟，还没有进行大批的工业化应用。2003 年，科学家发现使用氢燃料会使大气层中的氢增加约 4~8 倍，认为可能会让同温层的上端更冷、云层更多，还会加剧臭氧洞的扩大。但是一些因素也可抵消这种影响，如使用氯氟甲烷

的减少、土壤的吸收，以及燃料电池新技术的开发等。

氢是由英国化学家卡文迪许在 1766 年发现的，称之为可燃空气，并证明它在空气中燃烧生成水。1787 年，法国化学家拉瓦锡证明氢是一种单质并命名。在地球上氢主要以化合态存在于水和有机物中，有 3 种同位素：氕、氘、氚。



卡文迪许

1. 不用汽油的汽车

你们见过不用汽油的汽车吗？

也许大家会问：汽车怎么会不用汽油呢？

原来，科学家们发现汽油燃烧会对环境造成污染，就设想用另一种燃料来代替汽油。科学家们经过多次实验，终于发现氢气可以代替汽油。用氢气作燃料有许多优点，首先是干净卫生，氢气燃烧后的产物是水，不会污染环境，其次是氢气在燃烧时比汽油的发热量高。

在 1965 年，外国的科学家们就已设计出了能在马路上行驶的氢能汽车。我国也在 1980 年成功地造出了第一辆氢能汽车，可乘坐 12 人，贮存氢材料 90 千克。氢能汽车行驶路程远，使用的寿命长，最大的优点是不污染环境。

2. 气球的妙用

10 月 1 日国庆节，举国欢庆。首都天安门前，五颜六色、大大小小的气球高高地浮在空中，迎风飘扬，翩翩起舞，十分好看，人们都说这是“白天的焰火”。

除了欢度节日，增加愉快的气氛之外，气球还有没有其他的用处呢？

科学家很早就给我们做出了回答。

在人类漫长的历史中，经受了无数次的洪水、干旱、地震等自然灾害。



古时候人们都十分迷信，认为这些都是因为自己做错了什么事触怒了上天，所以上天降下灾祸。随着科学的发展，人们逐渐认识到并没有什么天神，这些都是自然现象，而且可以对它们进行预测。

在东汉时，我国人民就能预测地震，但对于洪水，却一直无能为力。洪水一来就要淹没村庄，毁坏农田，有时甚至会危害人类。怎么才能对付洪水呢？科学家研究发现，洪水是由长时间下暴雨造成的，暴雨又是从雨云中降下的。这样，只要能观测到云层的厚度和水分，就可以预报天气，人们在听到暴雨来临的消息后就会做好预防措施，这样就减轻了洪水带来的危害。

可是，云朵都飘浮在高空，人类又没有翅膀，飞不到那样的高度，怎么办呢？

在化学家发现了氢气后，这个问题一下子解决了。人们造了好多个氢气球，让它们带上观测设备，这样，人们不用上天，就可以知道天空中云层的变化，从而做出准确的天气预报。

近些年，气球又有了一种新用途，利用它携带干冰、碘化银等药剂升上天空，在云朵中喷撒，可以进行人工降雨。

因为氢气容易爆炸，所以填充气球、飞艇等就改用氦。现在氢气的用处不多，用得更多的是氢气的同位素——氘和氚。

3. 飞人之死

18世纪末19世纪初，欧洲出现了热气球，人们用它已经把鸡、鸭、羊等动物送上了天空。可是，人们对它还是心存恐惧，没有人愿意乘气球离开地面。

1783年，法国国王在科学界的一致要求下批准了用气球送人上天的计划，但要送的却是两个死刑犯。

这个消息被一个勇敢的青年知道后，他想第一次上天是一项流芳百世的壮举，怎么能把这个千载难逢的机遇让给死刑犯呢？于是他找了一个跟他一样不怕死的青年，向国王请求让他们替下死刑犯，国王被他们的勇敢打动了，准许了他们的要求。

1783年11月21日，这两个青年乘上热气球，成功地进行了第一次用气球载人飞行，他俩顿时成了新闻人物，人们在街谈巷议中纷纷把他俩称作“飞人”。

第二年，他们又计划乘气球飞越英吉利海峡。这时人们已经制出了氢气球，他们决定把氢气球和热气球组合在一起，同时乘坐两只气球飞向英国。

这一天，他们把两只气球绑在一起，然后升上了天空。不久之后，悲剧发生了，气球发生了爆炸，他们都在事故中遇难身亡。气球爆炸是因为热气球下面有一个火盆，用来给空气加热，但氢气是一种易燃易爆的气体，它一见火就会发生爆炸，因为缺乏对氢气的了解，导致了这场灾难的发生。

最重的气体——氡

1900年，德国人恩斯特·多恩发现一种气体——氡或硝酸灵（无色同位素222）。这是从镭盐中释放出来的气体，这种气体比氢气重111.5倍，即1立方厘米重0.011 005克，是世界上最重的气体。

氡是无色、无味的气体，熔点 -71°C ，沸点 -61.8°C ，气体密度9.73克/升；水溶解度4.933克/千克，也易溶于煤油、二硫化碳等中。氡很容易吸附于橡胶、活性炭、硅胶和其他吸附剂上，是天然放射性元素，化学性质极不活泼，没有稳定的核素，具有危险的放射性，这种放射性可以破坏形成的任何化合物。氡较容易压缩成无色发磷光的液体，固体氡有天蓝色的钻石光泽。氡的化学性质极不活泼，已制得的氡化合物只有氟化氡，它与氙的相应化合物类似，但更稳定，更不易挥发。氡主要用于放射性物质的研究，可做实验中的中子源，还可用作气体示踪剂，用于研究管道泄漏和气体运动等。

由于氡具有放射性，衰变后成为放射性钍和 α 粒子，因此可供医疗用，用于癌症的放射治疗：用充满氡气的金针插进生病的组织，可杀死癌细胞；虽然利用 $^{60}_{27}\text{Co}$ 和粒子加速器对疾病进行辐射治疗已有一定的进展，但氡仍被用于很多医院。它通常从辐射源泵入并密封于小玻璃瓶中，然后植入患者体内的肿瘤部位。人们称这种氡粒子为“种子”。