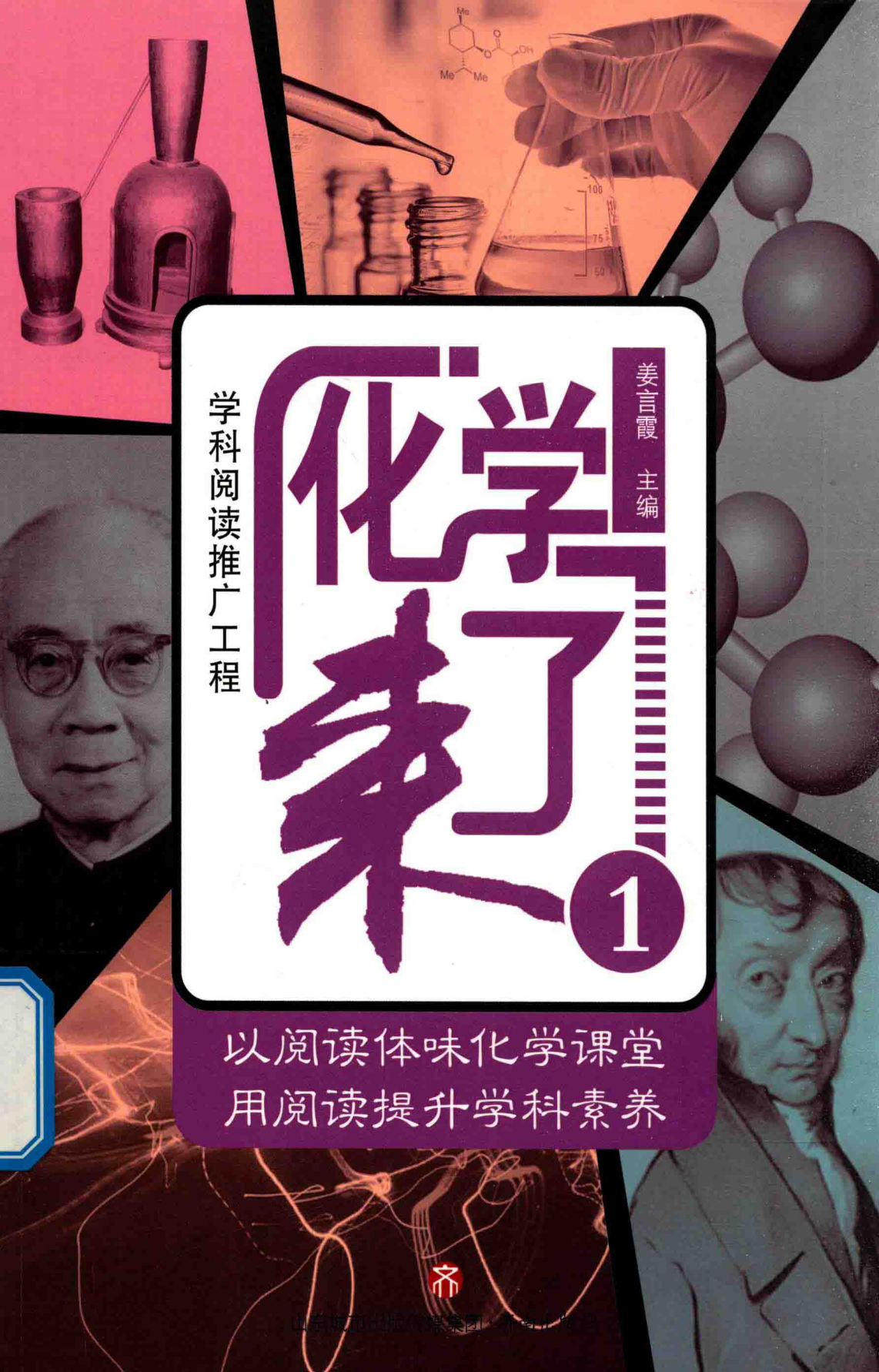




姜言霞 主编

学科阅读推广工程

化学 来了

1

以阅读体味化学课堂
用阅读提升学科素养



山东城市出版传媒集团 山东教育出版社

学科阅读推广工程

化学来了

姜言霞 主编

1

顾问：卢巍
编者：卢姗姗 李晓林 夏娇
孔繁静 张宁 吴艳艳
赵瑞玲 何甜甜 李美兰



山东城市出版传媒集团·济南出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学来了.1 / 姜言霞主编. — 济南: 济南出版社,
2018.1

ISBN 978 - 7 - 5488 - 2972 - 0

I. ①化… II. ①姜… III. ①中学化学课—初中—教
学参考资料 IV. ①G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 004763 号

出 版 人 崔 刚

项目策划 周家亮

责任编辑 胡长娟

封面设计 胡大伟

出版发行 济南出版社

地 址 山东省济南市二环南路 1 号(250002)

发行热线 0531 - 86922073(省内) 0531 - 67817923(省外)

印 刷 肥城新华印刷有限公司

版 次 2018 年 1 月第 1 版

印 次 2018 年 4 月第 1 次印刷

成品尺寸 170 mm × 240 mm 16 开

印 张 6.5

字 数 97 千字

定 价 28.00 元

(济南版图书,如有印装错误,请与出版社联系调换。联系电话:0531 - 86131736)

联结化学课堂 走进化学世界

(代序)

化学是最古老的科学之一，在改善人类生活方面，它也是最有成效的科学之一；化学是一门中心的、实用的和创造性的科学，在人类多姿多彩的生活中，化学可以说是无处不在的；只要我们生活在物质世界之中，化学的中心科学的地位将是无法撼动的。

如何全方位地走进化学世界，领略这门学科的独特魅力？在化学课堂上认真学习是必要的，但广泛的阅读更是绝佳的不二法宝！基于此，我们编写了《化学来了》这套化学课外读物。我们在充分研读《义务教育化学课程标准》和各版本教科书的基础上，精选化学学习的重要主题，参阅了大量文献资料并进行了整理，以期帮助学生对这些主题知识的发展历史、现状以及生活延伸空间进行视野拓展、思维启迪、能力提升，或者从某个特定的视角形成自己的认识，进而加深对所学化学课程内容的理解，提升化学课程内容的学习效果，建构属于自己的知识和能力意义。

这套书各主题单元中的阅读材料既是化学课堂学习内容的深化，更是广泛而全面的拓展。其中，既涉及重要的化学史实，也包括关键的现代化学研究成果，同时尽量将化学学科知识与社会生活建立有机联系，能够有效地引导读者探索物质变化规律、形成化学基本观念、体验科学探究过程、启迪科技创新思维，从而全面提升化学学科素养。

我们相信，通过阅读，你会对化学这门古老而又神秘的科学有更全面而深入的了解；我们相信，通过阅读，你会被五彩斑斓的化学世界深深吸引；我们相信，通过阅读，你会不知不觉地走进化学世界，甚至愿意成为一名献身化学科学研究的化学人！

目 录

一 化学等你来	001
二 看不见的世界	010
三 真相在哪里?	019
四 空气不空	027
五 绿色呼吸	036
六 探秘水世界	044
七 从死亡之神到生命之源的蜕变	051
八 性格迥异的碳氏三兄弟	059
九 尼斯湖惨案之谜	066
十 千姿百态的金属	074
十一 神奇的古剑之谜	085
十二 花儿为什么这样红?	091

一 化学等你来

美国哥伦比亚大学教授 R. 布里斯罗尝试对化学进行了如下描述：化学是一门试图了解物质的性质和物质发生反应的科学。它涉及存在于自然界的物质——地球上的矿物，空气中的气体，海洋里的水和盐，在动物身上找到的化学物质——以及由人类创造的新物质。它涉及自然界的变化——因闪电而着火的树木，与生命有关的化学变化——还有那些由化学家发明和创造的新变化。

化学家也有自己的工作范畴：其一，化学家致力于研究自然界并试图了解它，比如，我们呼吸的空气是单一组分的还是由多种物质构成的？氧气能够供给呼吸，它还有什么性质？酸和碱都有哪些性质？怎样区分酸和碱？不同的金属有什么共同的性质？有什么不同的性质？……

其二，化学家在创造自然界不存在的新物质，以满足人类生产生活的不断需要，比如，合成抗生素应对细菌对人

类的侵害，冶炼金属、合成各类性能优越的材料应用于生活的各个方面等。

化学的历史很长。事实上，人类的化学活动可追溯到有历史记载以前的时期。

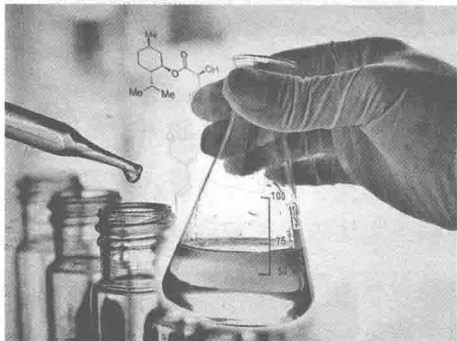


图 1

化学探秘

神秘的火种

一粒从天而降的火种开启了整个人类文明的新纪元，人与火之间一次次偶然的接触，让人类产生了利用火制造新物质的强烈愿望。这一愿望在远古时期推动了社会的发展，孕育了化学的诞生。

人对火的第一次体验，是看到熊熊大火将一片郁郁葱葱的草木烧成了黑黑的灰烬，这些草木灰实际上是活性炭，是人类最早接触到的新物质。慢慢地，人们认识到：火可以带来烤熟的香喷喷



图2 火

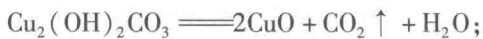
的食物；火在寒冷的黑暗中，可以照亮周围的世界并散发出温暖，就像白天太阳赐予大地的光芒和热量。于是，古代人认为火是神赐予他们的圣物，火可以改变物质，也可以创造新物质。

他们最初尝试着将黏土和干草混合起来用火烧制陶器，方法是：在地面上铺放适当的干草，放置晒干的或者烘干的陶坯（用黏土制成的最初形状的陶器），然后用干草包围四周及顶部，外面再涂上一层泥浆。将地面上的草点燃，自然升温，经过2~8个小时就能烧成比较坚固的陶器。这些陶器一般用作盛装食物和水的容器。由于陶坯直接暴露在空气中，在低温烧制（800℃以下）的情况下，陶坯中含有的少量铁元素容易被氧化成红色的氧化铁，使得陶器的颜色呈现红色或者褐色。另外，有的陶器和草木灰直接接触，由于活性炭是黑色的，陶器的颜色有时是灰色的或者黑色的，称为灰陶或黑陶（图3）。



图3 新石器时代的猪纹黑陶钵

有了更多的利用火的经验后，人类开始有意识地将物质放在一起用火烧，看看会出现些什么。将孔雀石用火烧便得到了铜。孔雀石是一种铜矿石，含铜量达10%~20%甚至更高，主要成分是碱式碳酸铜 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ 。只要将孔雀石同木炭放在炼炉中进行冶炼，加热到1000℃以上，就可以炼出铜来。涉及的化学反应有：



当铜（Cu）和锡（Sn）一起被加热时，就得到铜锡合金，铜锡合金由于呈现青灰色，被称为青铜。青铜比铜或锡都要硬，并且具有锋利的边缘，因此成为制造工具和武器的主要材料。

用青铜器做的盛具被称为“鼎”，主要用来盛放食物、酒、水等，后来慢慢演变成国家、权利和身份的象征，具有显赫、尊贵的意思，周天子曾造九鼎来显示他的至高无上。青铜器是奴隶主贵族用于祭祀、宴飨、朝聘及丧葬等礼

仪活动的礼器，用以代表使用者的身份等级和权力。司母戊大方鼎（图4）是迄今世界上出土的最大、最重的青铜礼器，据考古验证是商王祖庚或祖甲为祭祀其母戊所制的，目前收藏在中国国家博物馆，享有“镇国之宝”的美誉。司母戊大方鼎含铜84.77%、锡11.64%、铅2.69%，与古文献中记载的制鼎的铜、锡比例基本相符。



图4 司母戊大方鼎

炼丹术的意外收获

追求长生不老是古代帝王的梦想，帝王们想尽办法寻求灵丹妙药，让自己延年益寿，于是炼丹术应运而生了。

丹是指朱砂，主要成分是硫化汞，是炼丹最主要的矿物原料，因其呈红色，所以称为“丹”。朱砂与草木不同，不但烧而不烬，而且烧的时间越长，变化越奇妙。炼丹家将朱砂加热后分解出汞（Hg），汞与硫化合生成黑色

的硫化汞，再经加热使其升华，又恢复为红色硫化汞的原状。炼丹家认为，草木烧完成了灰烬，而朱砂烧一段时间又变成了朱砂，因此，丹里面肯定含有一种物质，能够使物质不会发生变化。那么，这种物质是什么呢？

由于各种金属矿物都是从土中开采出来的，炼丹家根据五行相生相克的学说，认为“土生金”。炼丹家认为，矿石在土中随时间会发生变化，而金和玉都是不朽不腐的，于是他们希望可以从矿石中提炼出“金”的神秘物质，人吃了能够长生不老。其中，炼丹生成的汞呈液体状态，圆转流动，具有金属光泽而又不同于其他金属，并且易于挥发。古人感到非常神奇，认为汞就是能够让人长生不老的“金液”，于是尝试着将各种铜、铅矿石炼制成黄金。

古代的炼丹家一生致力于加热各种混合物，梦想把铅变成黄金，练出长生不老的仙丹妙药。他们虽然没有成功，但是却创造了不少有趣的新的化学方法和新的物质。

传说秦穆公的女婿萧史在宫中炼丹，曾经练出了“飞雪丹”（实际上炼出的是铅粉），给秦穆公的女儿擦在脸上，让她的脸瞬间变得白皙动人。

我国古代的炼丹家在长期炼制丹药的过程中，发现硝石（主要成分是硝

酸钾)、硫黄和木炭的混合物着火时,会发生剧烈的爆炸,主要发生如下化学反应:

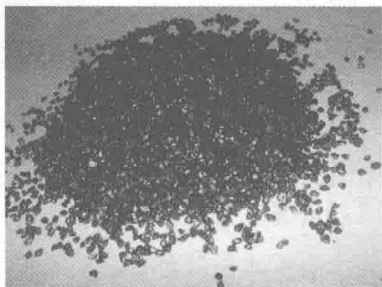
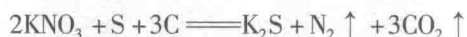


图5 黑火药

硝酸钾分解放出的氧气,使木炭和硫黄剧烈燃烧,瞬间产生大量的热和氮气、二氧化碳等气体,由于体积急剧膨胀、压力猛烈增大,于是发生了爆炸。由于爆炸时有 K_2S 固体产生,往往有很多浓烟冒出,因此得名“黑火药”。黑火药是我国古代四大发明之一。

炼丹的设备就是最早的化学仪器设备。丹炉内部的反应室也称丹鼎,有的像葫芦,有的像坩埚,有

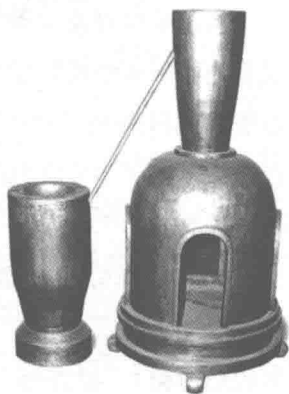


图6 炼丹炉

的用金属(金、银、铜)制作,有的用瓷制作。丹鼎悬于灶中,不着地。上

面安置有一种银制的“水海”,用以降温。除丹鼎之外,炼丹家还设置了专门抽汞的蒸馏器,使罐中生成的水银蒸气经过冷水冷却变成液体水银。从图6可以清楚地看出,下部是加热的炉,上部是盛丹砂等药物的密闭容器,旁边通一根管子,使容器里所生的水银蒸气可以流入旁边的冷凝罐里。这样的蒸馏设备,即使在今天看来也是相当完善的。

我国著名的化学史专家袁翰青先生认为:炼丹术是近代化学的先驱,它所用的

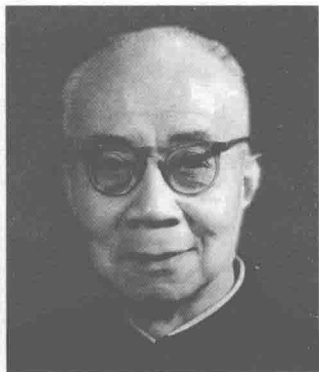


图7 袁翰青

实验器具和药物则成为化学发展初期所必需的物质准备。

相关链接

袁翰青(1905-1994),出生于江苏通州,有机化学家、化学史家和化学教育家,1955年当选为中国科学院院士。长期从事有机化学研究、中国化学史研究以及科技情报研究的领导和组织工作,是中国科学史事业的开拓者。

从衣食住行看化学

化学为我们创造了一个时尚多彩的衣着时代。如果说纯棉透气吸汗、纯毛保



图8 轻便舒适的运动套装

暖御寒，那么耐磨挺括就需要开辟新的衣服材质了。以学校里学生每日穿着的校服为例，校服外层的成分是涤纶或锦纶，它们都属于化学纤维，是以空气、煤、石油等作为起始原料经过化学反应而生产出来的。校服外层吸水性比较差，但是耐磨性很强，能够保障学生在运动过程中不容易产生磨损。

而将羊毛、亚麻和棉花等天然纤维通过化学反应加以处理，并经过化学染色，可以得到色彩怡人的衣料；洗衣服用的是洗衣液和柔顺剂，它们是表面活性剂；鞋革是兽皮经化学处理后制成的，而合成的塑料材料正在取而代之；鞋子的橡胶底来自于橡胶树汁液制成的橡胶产品，但越来越多地采用了橡胶代用品，如合成的同类物——氯丁橡胶，它们更为耐用。

化学保障了人类的饮食需求。化学肥料为植物的生长提供了氮和其他化学元素。如果没有肥料，就不能为

人类提供足够的食物。除草剂能使作物茂盛，而杀虫剂则能保护作物。另外，化学还保护了我们的水供应。不洁净的水能携带危险病菌，在世界上的不发达地区，由于未净化水而引起了常发性流行病。化学家已开发了利用氯或臭氧的水处理法，为人类的健康提供了重要保障。

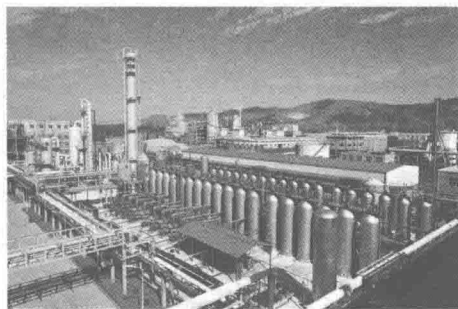


图9 合成氨工厂

化学提升了我们的居住环境。在家中，你能够找到化学带给你的不一样的生活吗？例如，玻璃是化学家制造出来的，经改进后的产物（如耐热玻璃）变得更坚韧。油漆是化学家设计和创造的，很多现代化的固体材料也是如此。塑料是人工合成的，它们用于厨房和浴室用具上，也用在有关材料、饮料瓶、餐具和器皿上。瓷器是由化学家制造的，并用于厨房和浴室的洗涤池及其他固定装置上。冰箱和空调器用特种化学品作为冷却剂；燃气炉和煤气灶可用合成气或天然气，其燃烧过程发生的仍是



图 10 整洁舒适的家居环境

化学变化。

电动汽车是当前汽车发展的重要趋势。电动汽车的动力主要由一大块蓄电池提供，其充放电的过程都在发生着化学变化，其基本原理是化学原电池。

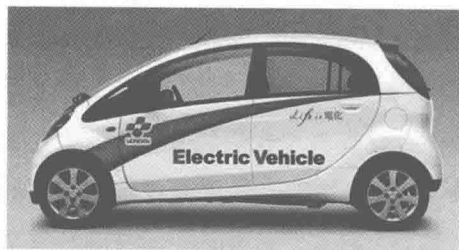


图 11 电动汽车

化学不仅加快了我们的出行速度，而且提高了我们出行的安全性。一辆机动车中的每件东西都是化学加工业的一种产品。将原始石油加以蒸馏就能得到燃油或润滑油，用的是化学方法。在车辆排气系统中装入催化转化器来降低污染，是现代化学的应用。

另外，化学也一直致力于为人类健康保驾护航。19 世纪 20 年代，细菌感

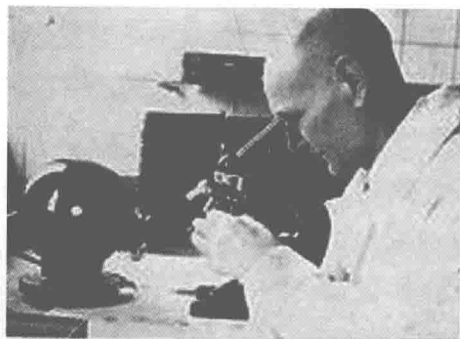


图 12 格哈德·多马克

染常导致死亡。后来，化学家开始合成许多用于布料的染料，包括某些带有氨磺酰基官能团的化合物。德国科学家格哈德·多马克对多种新得到的化合物进行试验，观察其中是否有可以杀死细菌的化合物。1932 年，他找到了一种叫作偶氮磺胺的红棕色染料，有效地治愈了受细菌致命感染的老鼠。随后，他用此药对一位因患细菌性血中毒已处于无望状态的孩子进行了试验，使她得以康复。多马克因此获得了 1939 年诺贝尔生理学或医药奖。在此启发下，化学家制备了许多含有氨磺酰基的新型药物。磺胺药物的发现，开创了今天的抗生素领域，大大降低了人类因感染细菌而导致死亡的概率。化学家继而创造了麻醉剂、消毒剂等，大大提升了医学治疗的效果和质量。

化学长廊

化学的应用

事实上，人类的每项活动都用到一些由化学提供或加工的物质，同时在许多活动中也包含着化学变化。化学在人类社会中的地位与日俱增。自从化学走上历史舞台的那一刻，人们就再也离不开化学。化学也逐渐与其他众多科学领域建立起密切联系，它对农业、电子学、生物学、药学、环境科学、计算机科学、工程学、地质学、物理学、冶金学，以及很多其他的领域，都有重大的贡献，被称为“21 世纪的中心科学”。化学领域需要各位小科学家的倾情加盟，化学还有许多秘密等着各位去探索！

研制新药物

我们需要并将创造新的药物以便战胜像癌症、艾滋病（AIDS）、老年性痴呆症、心脏病与中风等疾病，以延长我们的生命或者提高我们的生活质量。青霉素（图 13）在杀菌方面是非常有效的，但是有些细菌已经有了能破坏青霉素的酶。开发具有青霉素化学结构的变种的工作正在进行之中，它们将不能被细菌的酶所破坏；另一方面的工作是，

寻找可以阻塞这类细菌酶的药物，使得青霉素仍可以起作用。

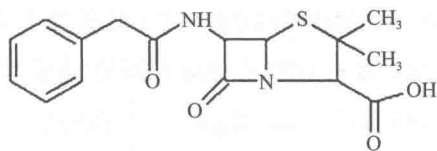


图 13 青霉素

探索产能储能新方法

我们需要发明产生能量和储存能量的新方法。例如，研制能够储存氢气的安全实效的装置，使清洁、高效的氢能能够广泛应用于汽车、取暖、烹调等众多生活领域，这是现实生活中亟待解决的重要问题。蓄电池的使用非常方便，但是如何研制轻便高效、充电速度快的蓄电池，还有待于化学研究者的进一步探索。

研制改良材料

当今，复合材料已经被广泛应用，它们是多种材料的结合体，其中的各个成分相互配合。例如，石墨被用于制造现代的网球拍（图 14）、高尔夫球棍和

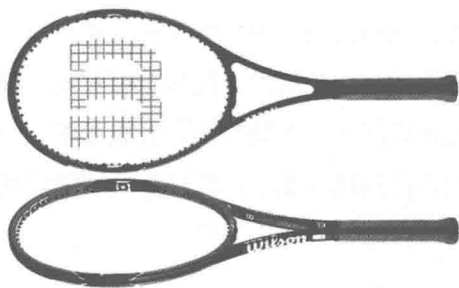


图 14 添加石墨的网球拍

滑雪橇。近代的复合材料有很好的性能，但还不理想，比如不耐高温，有些还硬得不能进行机械加工，因此需要大大改进复合材料的性能和降低其成本。复合材料所取得的进步不是靠随意地实验来完成的，我们需要使用一些现代技术，详细地了解复合材料内部的分子结构，并知道如何进一步优化它们。

通常的导体，如铜线，在某种程度上会限制电的流通，并将一部分电能转变为热能。人们已知有少数导体在非常低的温度下会变成超导体。超导体中是没有电阻的，因此，电能以最高的效率被传输。假如我们的动力线是用超导体制成的，就不会再浪费电能了。超导体在磁铁和电子部件中都有潜在的应用。事实上，有些科学上用的磁铁早已用目前的超导体制成。然而，它们成为超导体之前，必须被冷却到接近最低的温度——绝对零度（ $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $-459\text{ }^{\circ}\text{F}$ ），这大大限制了其实用价值的推广。研制新的超导材料，提升超导体的实现温度，获得实用的超导体，还需要化学工作者的进一步努力。假如能够实现，我们就能迎来一个新时代，电能可以在一个方便的地方生产，然后有效地传输到全国各地。

食物供应

施用化肥、农药等农业化学制品，

能够控制病虫害，控制野草的蔓生，增加农田的生产量。然而，化肥、农药的施用也带来了食物污染、生物链的破坏等一系列敏感问题，因此要开发新的农业化学品来替换那些已经有问题的老产品。

食物的腐败可以用抗氧化剂来防止，但是我们要拿出对人类健康有益处至少不会产生害处的抗氧化剂才行。我们生活中已经离不开着色剂，但是如果着色剂对人类健康有害，就必须停止使用。我们需要开发没有副作用的新型供农业用和食用的化学品，这些都是现代化学和未来的化学家们的巨大挑战 and 机会。

改善人类环境

水污染、大气污染等各类环境污染问题已经日益突出，不管污染的源头是来自化学还是非化学研究，治理污染、改善人类生活环境都是化学研究者义不容辞的责任。

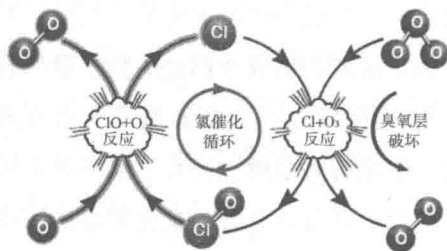


图 15 臭氧层破坏机理图

早期，冰箱是用氨或二氧化硫做制冷剂来运转的，假如吸入大量这种气体是非常危险的。这些早期的冰箱泄漏时，曾导致一些人死亡。因此，化学家着手发明一种具有恰当性能的新型化学品：当从液态膨胀成气态时，它必须能吸收大量的热，但不产生有害的生物效应。为了达到这个目标，经过大量的研究后，化学家发明了似乎是理想的CFCs——氟氯烃（Chlorofluorocarbons）。从生物学角度看，氟氯烃确实达到了真正无害的程度，因此被广泛采用。然而，科学研究却发现，氟氯烃大大损耗了大气中的臭氧。臭氧在地平面上肯定是有害的，

它会产生烟雾并破坏许多一般的物质。然而，在高空层中臭氧是非常重要的——它吸收太阳光中的高能量紫外线。紫外线能危害地球上所有的生命，包括人类生命。

研究发现，高能量紫外线也能将CFCs断裂并释放出氯原子。研究表明，地球南极附近上空的CFCs正在不断地聚集，臭氧层正在暂时地被破坏，而臭氧层的大量破坏将会直接危及整个地球生命活动的延续。我们不能简单地批判CFCs的发明，更不能指责发明者，但我们要明确：找寻理想的CFCs代用品的工作已经迫在眉睫。

二 看不见的世界

香水是一种化妆品，这谁都知道。可想不到的是，在战争中它还会发挥过奇妙的作用呢！

故事发生于第二次世界大战期间。一次，美军与日军在太平洋的瓜达尔卡纳尔岛上展开了一场激烈的争夺战。

当时，美军掌握着制空权，他们的飞机盘旋在海岛上空，注视着日军的活动，只要一发现目标，立即进行攻击。日军很不甘心，为避免伤亡，他们只得在夜间行动。瓜达尔卡纳尔岛地形异常复杂，白天都容易迷路，更别提晚上行动了。

怎样才能使士兵不掉队呢？惯用的方法是在每个人的手臂上绑一条白毛巾，但这样不仅容易暴露目标，而且在漆黑的夜里也看不太清，会影响行军速度……日军小队长仓桂中尉在动着脑筋。无意中，他发现放在桌子上的一瓶香水，这是他买给妻子的礼物，还没来得及捎回去。

“对！就请它来帮忙！”仓桂计上

心来，拿起香水瓶跑了出去。果然，香水像“手电筒”一样，指引着仓桂



图1

小分队迅速到达指定地点，且无一人失踪。

当然，日军的作战行动终究以失败告终，但这种用香水克服夜障的办法给许多战争指挥员以启示，甚至被美军赞为“聪明之举”。你知道仓桂是怎么做的吗？这里面蕴含着什么化学知识呢？

化学探秘

“运动”的花粉

——打开微观世界的大门

罗伯特·

布朗是英国著名的植物学家。1827年夏天，布朗正在探讨花粉在植物受精过程中



图2 罗伯特·布朗

的功能。他从一朵硕大的鲜花中，小心翼翼地取下花粉。为了不让花粉吹散，布朗把花粉浸泡在水中，然后放到显微镜下观察。通过显微镜他观察到，花粉

分裂出一些圆筒形的微粒。布朗觉得这些圆筒形的微粒可能与植物受精有关，便注视着它们，以便弄清受精的秘密。

相关链接

罗伯特·布朗（1773—1858），19世纪英国植物学家，出生于苏格兰的芒特罗兹，在爱丁堡大学学习医学。1795年成为一名军医，主要贡献是对澳洲植物的考察和发现了布朗运动。

“咦！这些微粒怎么全在颤抖、运动？”布朗对这一现象迷惑不解。

为了弄清楚这究竟是怎么一回事，布朗又将熟透的花粉囊中的花粉取出来，把它们浸泡在水中，放在显微镜下观察。这一次观察到的现象使他更为惊奇：比圆筒状微粒更小的圆形微粒，运动得更为剧烈！

意外的发现使布朗把研究方向转向花粉微粒的奇异运动。“其他微粒也能发生这种现象吗？”布朗产生了这样的疑问。

他把苔类的叶子弄碎，泡在水里，在显微镜下同样看到了微粒的运动。他又把一些有机物作为观察的对象，结果还是一样。这使布朗十分兴奋。

“有机物是这样，那无机物也不会例外吧？”布朗推想着。

他把玻璃片弄碎，把一些岩石磨成细粉，又取来石墨等，将它们分别悬浮

在水中，一一放在显微镜下观察，发现所有微粒在水中都在杂乱无章地运动着。

布朗的这一发现震动了科学界，人们把微粒在水中的运动称为“布朗运动”（图3）。当然，受当时科学水平的限制，这一现象是无法解释的，但它却吸引着科学家们去探讨其中的奥秘。

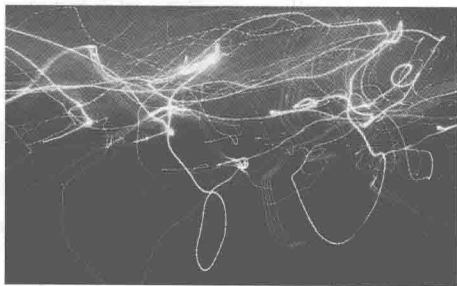


图3 单镜头布朗运动成像

功夫不负有心人。36年后，德国科学家诺伯特·维纳指出，布朗运动与水分子的存在有关。原来，我们所熟悉的水是由一个个水分子构成的，每一个水分子都在做无规则的运动，水分子的运动推动着落入水中的微粒进行着杂乱无章的运动。构成其他物质的分子都像水分子一样在不断运动着，仓桂正是利用了香水分子不断运动的这一特点，让香水变成了引路者。

人们终于跨过“布朗运动”所架起的“宏观”与“微观”之间的桥梁，证实了分子的存在。花粉的运动就这样打开了微观世界的大门！

原子理论浮出水面

宏观的物质世界到底是由什么构成的？这个问题一直激励着人们不断地探索。公元前300年左右，在科技极不发达的时代，德



图4 德谟克里特

谟克里特就尝试用哲学思想解释物质是如何构成的。他提出，物质是由许多看不见的不可再分的微粒构成的。古希腊语中“不可再分的微粒”的含义就是构成物质世界的本源，含义接近现在的“原子”。然而，这一哲学猜想历经1 000多年都无法得到证实。

相关链接

德谟克里特（约前460—前370），古希腊伟大的唯物主义哲学家，原子唯物论学说的创始人之一，率先提出原子论（万物由原子构成）。

17世纪后半叶，英国化学家和物理学家罗伯特·波义耳在科学实践中注意到很多与物质构造



图5 罗伯特·波义耳

有关的现象。例如，气体压缩、液体蒸发和固体升华后可以弥散于整个容器空间，大块的盐溶解后可以通过滤布的微孔等。为了解释这些现象，他认为物质是由无数微粒构成的。

相关链接

罗伯特·波义耳（1627—1691），英国化学家。化学史家都把1661年作为近代化学的开始年代，因为这一年有一本对化学发展产生重大影响的著作出版问世，这本书就是《怀疑派化学家》，作者是波义耳。革命导师马克思、恩格斯也同意这一观点，称“波义耳把化学确立为科学”。

17世纪末，人们在化学反应进行定量研究的过程中，逐步意识到反应物与生成物之间有确定的重量比例关系，各种化合物都有确定的组成。1971年，德国化学家J. B. 本杰明·里希特，通过实验研究发现“如果两种元素发生化合反应生成一种化合物，一定量的元素总是需要确定量的另一种元素”，从而明确指出化合物都有确定的组成，化学反应中反应



图6 汉弗莱·戴维