

中学生科学素养阅读系列
(由实践爱上理科学学习专辑)

最贴近生活的 化学实验

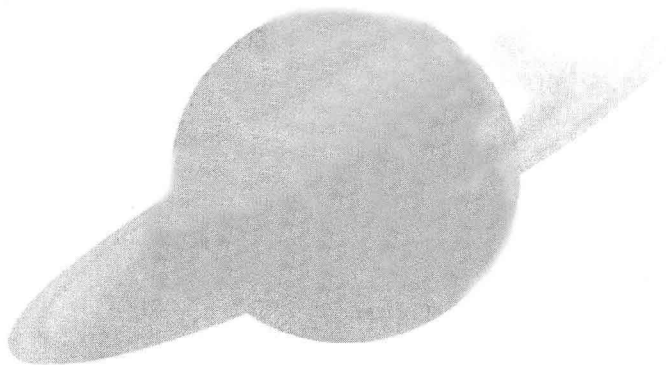
宣 婕 徐培珍 孙尔康 编著

当被问“提高科学素养是否比掌握科学知识更重要”时，诺贝尔物理学奖获得者丁肇中回答：“做科学，尤其是做最前沿的科学，最重要的是兴趣，其他事情都是次要的，只有这样才有可能成功。”

中学生科学素养阅读系列
(由实践爱上理科学习专辑)

最贴近生活的 化学实验

宣 婕 徐培珍 孙尔康 编著



 南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

最贴近生活的化学实验 / 宣婕, 徐培珍, 孙尔康编
著. — 南京: 南京大学出版社, 2013. 3
(中学生科学素养阅读系列. 由实践爱上理科学习专辑)
ISBN 978-7-305-11020-7

I. ①最… II. ①宣… ②徐… ③孙… III. ①化学实验—青年读物 ②化学实验—少年读物 IV. ①06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 003634 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出 版 人 左 健
丛 书 名 中学生科学素养阅读系列(由实践爱上理科学习专辑)
书 名 最贴近生活的化学实验
编 著 宣 婕 徐培珍 孙尔康
责任编辑 刘 琦 顾 越 编辑热线 025-83592409
照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 南京大众新科技印刷有限公司
开 本 880×1230 1/32 印张 7.25 字数 120 千
版 次 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-11020-7
定 价 17.00 元
发行热线 025-83594756 83686452
电子邮箱 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

致读者

ZHI DU ZHE

化学是一门满足社会需求的中心科学,与人们的住、食、衣、行、用密切相关。原始人类由野蛮进入文明是从用火开始的。燃烧实际上就是一种化学现象,人类一旦掌握了火的使用,便将其运用在照明、取暖和制作熟食等生活方面上。同时,火的使用也为制作陶器、冶炼金属、染色、酿造等化学生产过程提供了条件。

化学与物理、生物、材料、环境、能源等其他学科领域相互交叉、相互渗透。在现代社会中,化学对推进科学技术进步、促进社会生产发展、改善和提高人们的生活水平起着巨大的作用。利用化学知识,人们制造出水泥、钢筋等各种建筑材料,坚固了生活居所;利用化学知识,人们生产出化肥和农药,大大提高了粮食产量;利用化学知识,人们合成出药物,以抑制细菌和病毒,保障了人体健康;利用化学知识,人们提出各种预防和治理环境污染的方法,改善了环境质量;利用化学知识,人们不断开发出新能源、新材料,改善了人类的生存条件。简言之,利用化学的知识可以改变世界,使世界变得更加美好。当然,化学也是一把双刃剑,滥用化学也会给人类带来危害。

本书是一本主要面向中学生的素质教育读本,旨在提高他们的科学素养,编入的实验与社会日常生活息息相关,不仅让学生掌握一些基础的化学实验技能,更为重要的是让他们了解化学知识在社会

生活各个方面的应用,激发广大中学生对化学的兴趣,提高他们的科学素养。同时,书中的实验也可面向大学文科类学生开设,以提高他们的动手能力,并培养学生运用所学过的基础化学知识来分析和解释生活中出现的各种化学问题的能力。考虑到中学化学的教学条件,本书在选择和编写实验内容时,力求实验仪器简单常用、原料和试剂易得。

本书共有四章内容。第一章化学与环境,主要从环境保护的角度出发,介绍了利用简单的化学实验鉴定和测定环境中的某些化学物质的方法;第二章化学与生命,主要利用元素化学的知识,介绍了与动、植物体的健康生长密切相关的一些元素的化学鉴定方法;第三章化学与生活,关注于日常生活中接触到的一些食品和用品中的化学;第四章趣味化学实验,寓学习于娱乐,主要介绍了一些神奇而有趣的化学实验,让读者从中进一步领略化学的魅力。本书中每一个实验均详细地列出了实验所需的仪器、材料以及实验步骤,并特意增加了相关知识简介、拓展阅读等内容,使本书的内容更加充实、有趣。在编写过程中,涉及较深的专业知识的部分,我们尽量深入浅出,简洁明了,力求使本书通俗易懂、具有较强的可读性。

由于编者的水平有限,书中的错误和不妥之处在所难免,敬请有关专家和广大读者批评指正。

目 录

MU LU

第一章 化学与环境	001
第 1 节 雨水酸度的测定.....	001
第 2 节 大气尘埃中铅的鉴定.....	014
第 3 节 甲醛和氨的鉴定.....	028
第 4 节 水硬度的测定.....	039
第 5 节 水中化学耗氧量的测定.....	046
第二章 化学与生命	055
第 1 节 人体必需微量元素的定性鉴定.....	055
第 2 节 头发中某些微量元素的检测.....	075
第 3 节 植物和土壤中某些元素的鉴定.....	083
第 4 节 葡萄糖酸锌的制备.....	098
第三章 化学与生活	105
第 1 节 掺假食品的鉴别.....	105
第 2 节 消毒剂中的化学.....	119
第 3 节 食醋质量检测.....	132
第 4 节 食用植物油酸价测定.....	140
第 5 节 食品中有害金属离子的鉴定.....	145
第 6 节 液体洗涤剂的制备.....	152

第 7 节 膏霜类化妆品的制备·····	158
第四章 趣味化学实验 ·····	167
第 1 节 化学侦破技术·····	167
第 2 节 彩色“化学钟”——BZ 振荡 ·····	177
第 3 节 水中美景·····	185
第 4 节 自制琥珀标本·····	190
第 5 节 可燃“冻胶”的制作·····	192
附录 1 常用玻璃(瓷质)仪器 ·····	198
附录 2 元素周期表 ·····	206
附录 3 实验报告 ·····	207
参考文献 ·····	225

1 CHAPTER

第一章

化学与环境

第 1 节 雨水酸度的测定



相关知识简介

1872 年英国科学家史密斯在一些工业城市中发现雨水的酸度偏高,并首先在他的著作《空气和降雨:化学气候学的开端》中提出“酸雨”这一名词。酸雨,顾名思义,是指被酸化了的降水(雨、雪、雾、露、霜、雹等的总称),即降水比正常情况下偏酸性。但是,上述解释只是一种狭义的说法。实际上,酸雨是通俗性名称,是大气污染的一种表现,其正式的名称是“酸性沉降”,包括酸雪、酸雾、酸冰雹等酸性降水,也包括空中的干物质形式的污染物降落地面后与水分作用后生成的酸。也就是说,即使不降水,浮游在空中的微小气溶胶也能连续不断地降落,酸雨也包括这种“酸性干沉降”。我们知道,酸溶液和



碱溶液最重要的不同就是氢离子浓度 $c(\text{H}^+)$ 在数量级上的差别:酸溶液中 $c(\text{H}^+)$ 高,碱溶液中 $c(\text{H}^+)$ 低。由于很多溶液中 $c(\text{H}^+)$ 都远小于1,对其书写及进行计算均感不便,故人们常用 pH,即 $c(\text{H}^+)$ 的负对数来表示溶液的酸碱性。pH 越大,碱性越强,pH 越小,酸性越强。室温下,pH=7 为中性,pH<7 的溶液为酸溶液,pH>7 的溶液为碱溶液。

自然大气中含有大量的 CO_2 , CO_2 在常温时溶解于降水之中并达到气液相平衡后,降水的 pH 约为 5.6。因此,当降水的 pH<5.6 时即认为降水受到大气中酸性污染物的影响,称之为酸雨。酸雨中含有多种无机酸和有机酸,大部分是硫酸和硝酸。工业生产、民用生活燃烧煤炭排放出来的二氧化硫(SO_2),燃烧石油以及汽车尾气排放出来的氮氧化物(NO_x),是酸雨的主要来源,如图 1-1-1 所示。

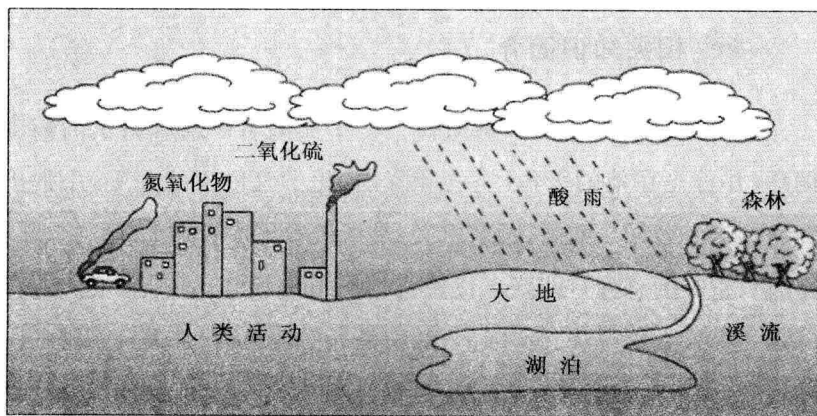


图 1-1-1 酸雨的主要来源

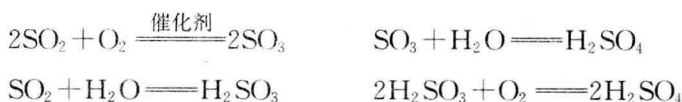
1. SO₂ 是如何变成硫酸的

人类活动向大气排放的含硫化合物主要是 SO₂ 气体,即使它溶于雨水也只能成为酸性较弱的亚硫酸(H₂SO₃),然而我们在酸雨中测到的却是酸性较强的硫酸(H₂SO₄),SO₂ 是如何变成硫酸的?这主要通过以下三类反应实现。

气相光氧化反应。在纯净的空气中,SO₂ 难以发生光氧化反应。但在污染的空气中,烃类与 NO_x 生成某些活性自由基,如 OH·、HO₂·、CH₃O·等,后者在日光照射下将 SO₂ 氧化为 SO₃,再溶于水即形成 H₂SO₄。这一反应在完全纯净的空气中进行得极慢,可以忽略不计;在污染很轻的地区进行得也很慢;但在污染严重的城市上空,其速度可达轻污染地区的百倍。由于反应需要光照,冬季阳光弱,夏季阳光强,故该反应在夏天的速率可高出冬天的近一倍。

液相光氧化反应。日光下,大气中的烃类与 NO_x 发生反应生成臭氧(O₃)和过氧化氢(H₂O₂),它们在液相中表现出很强的氧化能力,将水滴中的 SO₂ 氧化,形成 H₂SO₄。

固相氧化反应。在污染的大气中悬浮着一定量的颗粒物,颗粒物可能来自土壤,可能是烟囱排放的飞灰,成分相当复杂,但经化学分析,一般含有微量的过渡金属元素铁、铜等,而它们恰恰是将 SO₂ 氧化为 SO₃ 的多相催化剂,在这些颗粒物的表面可以实现 SO₂ 向 SO₃ 的转变,再溶于水即形成 H₂SO₄。



2. NO_x 是如何转化为硝酸的

NO_x 主要是指 NO 和 NO₂。人为活动排放的 NO_x 大部分来自



化石燃料的燃烧,如汽车、飞机、内燃机以及工业炉窖的使用,也有来自工厂的生产、使用硝酸的过程,如氮肥厂、化工厂、有色及黑金属冶炼厂等。在高温燃烧条件下, NO_x 主要以 NO 的形式存在,最初排放的 NO_x 中 NO 约占 95%。但是, NO 在大气中很不稳定,极易被空气中的氧气氧化为 NO_2 ,而后溶于水成为硝酸。不过,当 NO 浓度较小时,比如日常环境浓度时(百分之几毫克/立方米),其氧化反应的速率很慢。然而,在污染的空气中,由于存在光氧化活性物质(如臭氧和烃类等),日光下,环境浓度级的 NO 转化为 NO_2 的反应可在几分钟内完成。



3. 酸雨——国际现状

(1) 欧洲大面积酸雨

19 世纪 50 年代初,北欧国家瑞典和挪威渔业减产,原因不明,1959 年挪威科学家才揭示元凶是酸雨。欧洲大陆工业排放大量酸性气体,这些气体随高空气流飘到北欧被雨雪冲刷,所形成的酸雨使湖泊酸化,导致渔业减产。19 世纪 60 年代,欧洲建立了欧洲大气化学监测网,继而发现 pH 低于 4.0 的酸雨区集中于地势较低的地区,如荷兰、丹麦、比利时等。瑞典科学家奥登研究了欧洲的气象和降水、湖水、土壤的化学变化,证实欧洲大陆存在大面积酸雨,酸雨已成为洲级区域环境问题,如图 1-1-2 所示。

(2) 跨洲界的大气污染

1972 年瑞典政府在联合国人类环境会议上提出报告《穿过国界的大气污染:大气和降水中硫的影响》,引起各国政府关注,1973 至



图 1-1-2 欧洲大面积酸雨

1975 年欧洲经济合作与发展组织开展了专项研究,证实酸雨地区几乎覆盖了整个西北欧。1974 年以后北美证实在美国东北部和与加拿大交界地区亦发现大面积酸雨区域,北美几乎有三分之二陆地面积受到酸雨威胁,甚至在美国夏威夷群岛的迎风一侧,也出现了酸雨。再后,东南亚、日本、韩国等地区亦发现大面积酸雨。至此世界公认酸雨是当前全球性重要区域环境污染问题之一。

(3) 酸雨袭击南极和北极

地球的南极和北极终年冰雪,人迹罕至,但 19 世纪 80 年代挪威科学家在北极圈内大面积地区都检测到酸雨(酸雪)。这是从哪儿来



的呢？他们认为苏联南部工业区排放的大气酸性物质随气流飘移几千公里到达此地。1998年上半年，中国南极长城站八次监测到南极的酸性降水。这说明人迹罕至的南极、北极也逃脱不了酸雨的袭击。

(4) 我国酸雨现状

我国的酸雨主要是硫酸型。目前，我国主要存在三大酸雨区，分别为：

① 华中酸雨区：它已成为全国酸雨污染范围最大，中心强度最高的酸雨污染区；

② 西南酸雨区：它是仅次于华中酸雨区的降水污染严重区域；

③ 华东沿海酸雨区：它的污染强度低于华中、西南酸雨区。

2006年，我国的酸雨分布状况如图 1-1-3 所示。

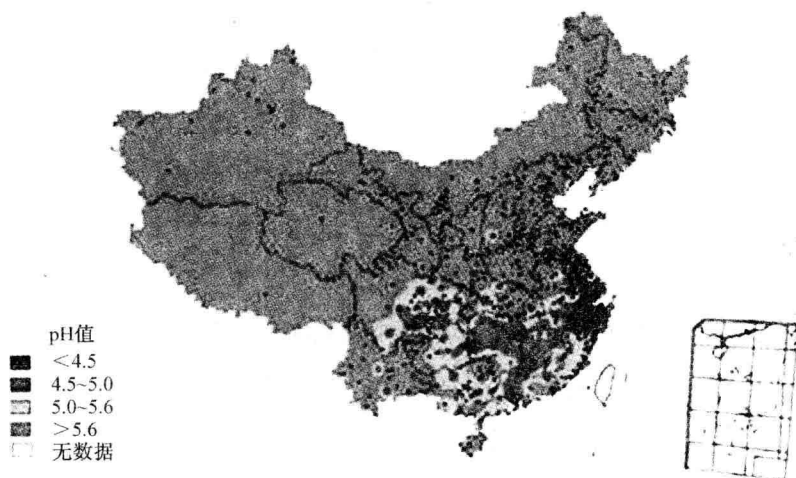


图 1-1-3 2006 年全国酸雨区域分布图

与石油和天然气相比,在我国煤的消耗量要多得多。一般估计,我国煤的消耗量占化石燃料总消耗量的 90% 左右。燃煤排放的 SO_2 的数量,除了取决于煤的消耗量外,还取决于煤的含硫量。我国幅员辽阔,煤矿分布十分分散。我国南方产煤的含硫量比北方的要高,一般情况是当地消耗当地产的煤,以减少运输过程的损失和成本,这也加速了我国长江以南酸雨区域的形成。

4. 酸雨的危害

酸雨已成为一种跨越国界、范围广泛的大气污染现象,它的危害主要表现在以下四个方面:

(1) 对水生生态系统的影响

酸雨会影响河川或湖泊的 pH,当 pH 小于 6 将影响到水中生物的生存或繁殖,当 pH 小于 5 将导致水中生物大量死亡。酸雨不但降低了河流、湖泊的 pH,促使鱼类死亡,同时也侵蚀了土壤和矿物,

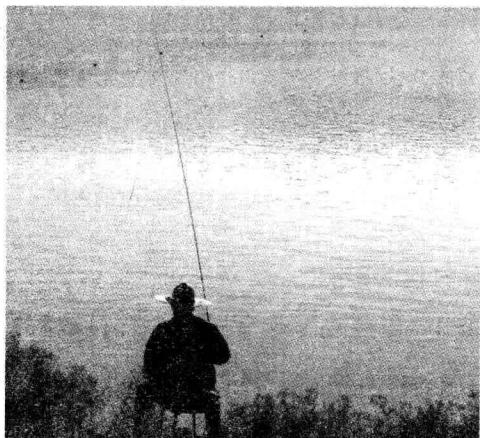


图 1-1-4 酸雨对水生生态系统的影响



使一些有害金属元素沿着岩体的裂缝进入附近的水体,影响水生生物的生长,甚至导致其死亡,见图 1-1-4。

(2) 对陆生生态系统的影响

酸雨不但会使植物的叶面损伤、坏死,导致林木生长不良,造成大面积的森林衰退。而且土壤中的金属元素因被酸雨溶解,造成矿物营养元素大量流失,导致植物无法获得充足的养分而枯萎、死亡。同时,酸雨还能诱发病虫害,使作物减产,见图 1-1-5。

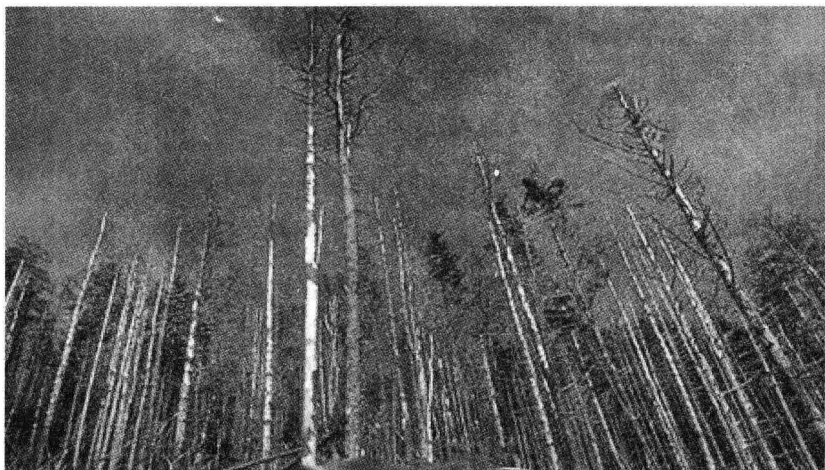


图 1-1-5 酸雨对陆生生态系统的影响

(3) 对各种材料的影响

酸雨使混凝土、灰沙砖等非金属建筑材料的表面硬化,水泥溶解,导致出现空洞、缝隙,使建筑材料强度降低,建筑物损坏。比如,桥梁以更快的速度被腐蚀,铁路工业和飞机工业必须花费更多的钱来修补由酸雨造成的损害。酸雨不仅带来了经济上的负担,而且对

大众的人身安全也构成了威胁。比如,1967 年俄亥俄河上的桥倒塌,造成 46 人死亡,其主要原因就是酸雨的腐蚀。酸雨也使各种历史遗迹受到了不可弥补的破坏,如图 1-1-6 所示,经历了 60 年,德国的这座雕像已经彻底被酸雨毁坏了。



图 1-1-6 酸雨对各种材料的影响

(4) 对人体健康的影响

酸雨对人体健康的直接影响是刺激眼角膜和呼吸道黏膜等对酸性物质敏感的器官,造成红眼病、支气管炎等疾病。由于酸雨腐蚀土壤,使土壤中的一些有害金属经酸溶后被粮食、蔬菜等农作物吸收、富集,人类食用后即会中毒得病,这是酸雨对人体的间接影响。

由此可见,酸雨的危害极大,故被称为“空中死神”。



实验部分

1. 实验仪器

烧杯、玻璃棒、洗瓶、表面皿、广泛 pH 试纸、镊子、pH 计。

2. 实验试剂

雨水或雪等水样、纯水。

3. 实验步骤

- (1) 收集雨水或雪等水样，并记录收集的地点和时间。
- (2) 用 pH 试纸测定^①：① 水样的 pH；② 实验室纯水的 pH。
- (3) pH 计测定以上各水样的 pH。
- (4) 记录测定结果。

附表 1-1-1

表 1-1-1 一些物质的 pH

物质	pH	物质	pH
铅酸蓄电池的酸液	<1.0	胃酸	2.0
柠檬汁	2.4	可乐	2.5
食醋	2.9	橙汁或苹果汁	3.5
啤酒	4.5	咖啡	5.0
茶	5.5	酸雨	<5.6
癌症病人的唾液	4.5~5.7	牛奶	6.5
纯水	7.0	健康人的唾液	6.5~7.4

① 水样量的多少决定选实验步骤(2)或实验步骤(3)。