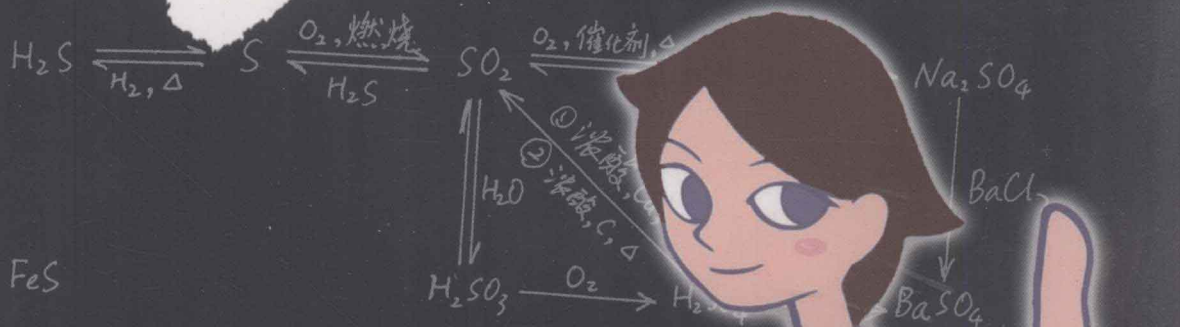




和浓硫酸类似,硝酸也表现出强氧化性,它能与除金、铂、银以外的许多金属单质、合金以及有机物发生氧化还原反应。但是,稀硝酸和浓硝酸有所不同,与铜的反应这时候就应该被想起

化学

其实很简单



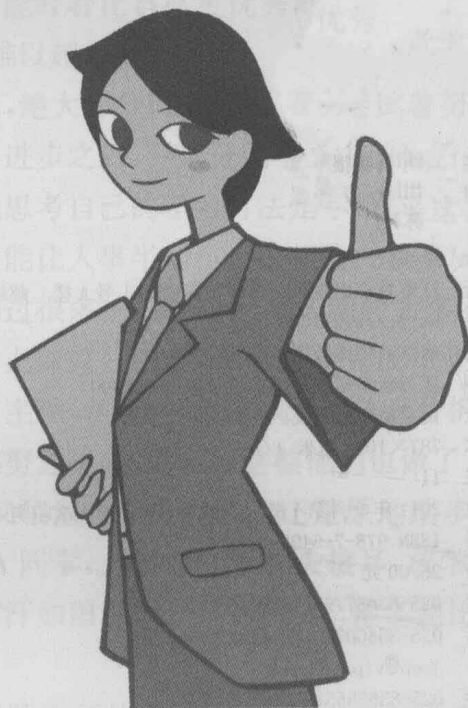
李静秋 黄明星 著



高中化学智慧闯关系列

化学 其实很简单

李静秋 黄明星 著



凤凰出版传媒集团

江苏教育出版社
JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

化学其实很简单/李静秋、黄明星主编.—南京:江苏教育出版社, 2011.7

ISBN 978-7-5499-0861-5

I. ①化… II. ①李… ②黄… III. ①中学化学课—高中—教学参考资料 IV. ①G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 139203 号

书 名 化学其实很简单
作 者 李静秋 黄明星
责任编辑 丁金芳
插图设计 李惠兴
出版发行 江苏教育出版社 (南京市湖南路 1 号 A 楼 邮编 210009)
苏教网址 <http://www.1088.com.cn>
照 排 南京前锦排版服务有限公司
印 刷 江苏新华印刷厂 (电话 025-68037400)
厂 址 南京市新港开发区尧新大道 399 号
开 本 787×1092 毫米 1/16
印 张 11
版 次 2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5499-0861-5
定 价 26.00 元
批发电话 025-83657791, 83658558, 83658511
邮购电话 025-85400774, 短信 02585420909
E-mail jsep@vip.163.com
盗版电话 025-83658551

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
提供盗版线索者给予重奖



前言

很多中学阶段的学生在学习化学的时候最关心的问题,无非是如何把化学成绩提高上去,克服学习中遇到的困难。在学习阶段,无论学习成绩怎样,每个同学都会有各自的问题。学习不好的同学觉得要达到及格太难了;学习中等的同学发现要取得进步,跨入优等生的行列太难了;学习优秀的同学则可能盯着比自己更优秀的同学努力,但是很失望地发现无论怎样,似乎都难以超越对手。

面对这些情况,绝大部分同学一开始都会试着努力。可是在经过努力却依然没有取得进步之后,一部分同学心中的激情会渐渐消失,但是有多少同学会系统地思考自己的学习方法是不是适当?

好的学习方法能让人事半功倍。我相信大家都从老师或者学习优秀的尖子生口中听到过很多的方法。大家强调的大多不外乎这样几点:课前预习,课后复习,上课好好听讲,课后独立完成作业,勇于提问,善于思考,态度积极,学习主动,认真备考,考试之后认真分析总结,等等。然而,很多同学发现他们努力了,老师说的这些他们也做了。可是考试之后,看着一个个的红叉,又很沮丧地发现成绩还是原地踏步。并且,茫然四顾,发现坐在后排的 A 同学,上课时经常交头接耳,放学之后自己在复习的时候他在篮球场挥汗如雨,但是考试的时候,他还是比自己表现好。为什么?为什么?

学习中遇到问题不可怕,可怕的是被困难吓倒而失去前进的勇气。面临这种始终无法进步,无法突破自己学习瓶颈的困境,我们应该怎么办呢?放弃是不可取的,勇敢的选择是正视这个问题,冲过去,将困难踩在脚下。

那么,上面所列的那些学习方法有什么问题吗?没有,这些方法完全正确,你如果能完完全全地做到并且做好这些,学习肯定是没问题的。可





是当你真正在学习中运用这些学习方法的时候,你就会发现这些所谓的方法说得过于笼统。比如,课前预习,应该怎么预习?该看哪些地方?是不是简单地扫一眼要讲的内容就可以了?我每次上课之前,也有预习啊,可是为什么学习上也没见到有什么进步呢?再比如上课好好听讲,那么什么叫好好听讲?是不是说一堂课 45 分钟必须目不转睛地盯着黑板?是不是老师说干什么就干什么?我想好好听讲,可是总是听着听着就走神,这该怎么办呢?

我想这些问题可能绝大部分同学都说不清楚,老师也不一定能说清楚。这是很自然的事情。很多学习好的同学在长期的学习中,已经养成了一些很好的学习习惯,因此在学习中不经意间就运用了某些更有效的学习方法。然而他们可能都并没有意识到自己学习的时候为什么就比别人效率高。而很多同学也只是简单地以为成绩好的同学只是比自己更聪明而已。老师也有同样的问题。他们每天面对一个班的学生,在大多数情况下追求的是全班同学的整体学习状况,而没有时间和精力来仔细照顾到每一位学生的具体情况。因此也无法针对每一个同学的个人特点,来建议其怎样才能达到最好的学习效果,而只能简单介绍一些适合于大多数同学的学习方法和学习技巧。这样造成的后果就是,在学习的过程中,大家都在强调要注意学习方法。然而,却没有一个清晰的概念,什么样的学习方法才是最能提高自己的学习成绩的方法。

在本书里,我们不会笼统地介绍大家所熟知的所谓学习方法与技巧,而会介绍一些具体的、操作性强的方法。这些学习方法也许你们身边的优秀学生已经在不经意间运用了,可是没有提炼总结出来。他们毕业之后进入大学,也没有机会传授给学弟学妹们。因此他们实战中所得到的宝贵的经验也就随着他们离开中学校园而消逝了。为了提炼出一种有效的学习方法来提高化学成绩,我们访谈了大量优秀毕业生并调查了他们的学习经历,从他们中学化学学习过程中的成功经历和失败教训中,提炼和总结出很多适用于我们的学习技巧。同时我们也充分了解了现在学生在学习过程中的问题和困惑,并且充分考虑到化学学科本身的特点。我们的目标就是把这些已经被证明行之有效的方法和技巧推广给大家。这些学习方法涉及化学学习中的所有环节,比如,我们应该怎么克服学习中

的心理问题,怎么克服自己的惰性,听课该怎么听,考试之前应该怎么复习备考,考试中应该怎么解题,考试之后怎么分析总结,等等。这些学习方法所涉及的东西可能是很细节方面的内容,但是对于提高我们的化学成绩是有极大帮助的。

其实学习方法并没有一个公式。不能说一定要怎样做,你哪些方面做到了就一定可以进步。我们所总结出来的学习方法只能是给大家提供一个思路,让大家明白:在自己的学习中,我们能够从哪些方面去克服自己的缺点,从而提高自己的学习效率。具体怎么做,我们则必须根据自己的具体情况来制定一个最适合自己的方案。在这个过程中,也许短期内我们难以感觉进步。但是在化学学习中,很多时候进步都是很细微的。慢慢积累,厚积而薄发,当我们看到进步的时候,通常就是已经突破了自己学习的瓶颈,而达到了一个很明显的突破。因此,在学习中我们要一直对自己有信心。

在下面的章节里,我们将同学们在中学化学学习过程中所广泛面对的问题,以及最关心的地方做了一个简单分类,然后再分别在单独的章节里对这些内容进行详细阐述。

首先,第一和第二章介绍了化学作为一门独立学科的发展历史,以及它自身的独特性。这部分化学背景的介绍,是为了让同学们更好地了解化学、认识化学。同时,基于现在江苏的高考方案,理科考生需要在化学、生物和地理中进行选择。因此,我们就化学与其他学科的比较,作了详细的阐述。希望对大家在高考的选择和将来的职业发展上有所帮助。

第三章主要是讨论中学生在化学学习中的心理问题。在这一章里,我们会讨论同学们在学习化学的过程中最常见的心理活动。有这些想法的同学,如果没有给自己一个信服的答案的话,即使迫于形势不得不学习化学,那么学习效果也不会太理想的。因此对于这些不利于学习的心理问题,我们必须予以克服。

在接下来的第四章里,我们详细阐述了在学习化学的过程中的一些具体学习方法。通过这些介绍,我们希望大家明白自己应该怎样去提高自己的学习效率,并且结合自己的情况,找到最适合自己的学习方法。在



中学学习化学中,在学习某一个知识点的时候,通常的三个步骤是课前预习、上课听讲以及课后复习。在这一章里,我们就讨论了这三个环节的具体操作上应该注意哪些方面。

为了让大家对于我们所介绍的学习方法有一个更加直观的印象,在第五章里,我们将中学化学的某些最重要、最常考到的知识块作了一些专题性质的知识总结。一方面我们希望通过这样一个归纳总结,帮助大家加深对这些内容的理解;另一方面,也是我们最主要的目的,那就是给大家提供一个思路,让大家学会自己应该怎样去归纳总结化学知识点。在学习中大家尽可以发挥自己的想象力,采取最适合自己的方法将中学化学所要考查的内容进行归纳总结。

最后,在第六章里我们介绍了一些有关化学考试的内容。内容包括在考前备考的时候,必须注意哪些与考试有关的细节,复习时该怎么进行,如果时间不够、临时突击的话,又该如何入手。还包括在考试的过程中应该怎样做才能尽可能地保证发挥出自己的水平,怎样才能提高自己的解题准确率。当考试结束之后,应该怎样总结才能达到最好的效果。



目录

化学其实很简单



第一章

亲近化学

——让化学难题成为兴趣的来源

- 1.1 化学的本源故事 4
- 1.2 化学发展的粗线条 6
- 1.3 中国的化学巨人 20
- 1.4 活着的化学 23

第二章

独特的化学

- 2.1 我们为什么要学习化学 28
- 2.2 化学与其他理科学科的 PK 30
- 2.3 让化学成为职业 39

第三章

化学学习总动员

——激发你的心理能量

- 3.1 我不喜欢化学,怎么办 47
- 3.2 我是不是不够聪明 52
- 3.3 短时间内提高化学成绩,我行不行 54

第四章

化学学习三部曲

——课前预习、听课与课后复习

- 4.1 课前预习看什么 60
- 4.2 上课听讲听什么 67
- 4.3 课后复习做什么 78

第五章

深入化学的要诀

- 5.1 巧学化学方程式 89
- 5.2 有机化学 95
- 5.3 化学中的计算 106
- 5.4 元素周期律 108
- 5.5 揭秘化学实验题 111
- 5.6 总结 117

第六章

考试那些事儿

——考前准备、临场发挥和试卷总结

- 6.1 怎样准备考试以及如何高效复习 118
- 6.2 考试“秘籍” 140
- 6.3 考试之后怎样有效地进行分析总结 ... 159



第一章 亲近化学

——让化学难题成为兴趣的来源

化学是一门历史悠久的充满活力的学科。从人类诞生的初期用火开始,到后来人们开始学会制陶、冶炼、酿造等各种技术,再到现在我们接触和使用各种新材料、新能源,化学对于人类社会的进步和满足社会的各种需求起到了关键的作用。千百年来,人们利用化学去开发新技术,寻找新的能源,生产新的材料和产品,从而满足人们的饮食和健康需求,同时也让我们生活更加丰富多彩。化学不是一个虚无缥缈的概念或者一门枯燥乏味的学科,它实实在在地存在于我们周围,存在于一切我们看得见、摸得着的事物里。

举个例子来说,早上起床,当你走进洗漱间,你看看你所使用的牙膏。无论你所使用的是什么品牌,在其包装上你都会发现上面印有一长串的化学成分。这不奇怪,因为牙膏作为日用化工产品的一种,它是由多种化学物质按照一定配方所制成的混合物。你洗脸所使用的洗面奶当然也是由很多化学物质按照配方所生产出来的。洗漱完毕之后,你所使用的任何一瓶化妆品或护肤品,也都

含有各种化学成分。你走进厨房,将牛奶倒进玻璃杯准备放进微波炉热一热,你所使用的玻璃杯可能是由高硼硅玻璃制成的。而所谓高硼硅玻璃,是在其生产过程中加入硼砂所形成的特种玻璃,它们的抗骤热骤冷性更好。你吃的早餐里面会包含一些食用添加剂,它们也属于化学品。它们的功能是为了让食物能保存更长时间,或者改善食物的色





泽、口感、味道。你有时候需要往早餐食物里撒一点盐，盐的主要成分是氯化钠(NaCl)，并且通常会加了碘酸钾(KIO_3)的。碘的作用主要是预防甲亢，也就是我们俗称的“大脖子病”。吃完早餐出门去学校，当你坐上公交车，你会发现车内你能接触到的很多地方比如座位、扶手等都不是冷冰冰的铁，而是塑料。其中最常见塑料是一种叫聚氨酯(polyurethane)的高分子材料，它被广泛使用在汽车中用来减轻车体重量并增加舒适性。而汽车所需要的汽油，从大街上不时闪过的加油站里那“中石化”的招牌你就能想象得到，它们肯定是石油化工产品了。你所戴的眼镜也包含了很多化学物质。在你配眼镜的时候，配镜师也许会告诉你，你的镜架是钛合金的，而钛(Ti)就是一种很重要的金属。也许他还会告诉你，你的镜片是树脂镜片。那他是说你这镜片不是由平常所用的那种普通玻璃所制成的，而是一类叫“树脂”的高分子材料。这样的话你的镜片就会比较轻，而且不会像普通玻璃一样一摔就碎。也许他还会告诉你，你的镜片镀膜了，能防紫外线。而所谓的镀膜，就是说在你的镜片上镀上了一层能吸收太阳光中的紫外线的化学物质来保护你的眼睛。上了一天的课之后，你要休息一下，于是和同学去打乒乓球放松一下。你所使用的球拍上就有一层通过化学方法所制造出来的人造橡胶，而乒乓球本身通常是由一种叫赛璐珞(celluloid)，也称为硝化纤维塑料的材料所制成的。这种材料你从其名称就能感觉出浓郁的化学气息吧？然后你回家，你看的电视或者用的电脑都是液晶显示器了。而液晶呢，也是一种广泛使用在IT行业的化学材料。你写作业的时候，所有的教材、试卷以及辅导书所使用的纸张都是造纸厂通过化学方法制成的，而印刷过程所使用的油墨也属于化工产品。晚上你睡觉了，躺在床上，身子底下的床单十有八九是由合成纤维(比如涤纶、氨纶)和棉混纺制成的，而上面的图案肯定使用了化工染料。你看，生活中的一天，从我们清晨睁开眼睛那一刻开始，一直到晚上我们闭上眼睛睡觉，基本上每时每刻我们都需要接触到化学。

近年来随着三聚氰胺奶粉事件、地沟油事件等有关食品安全的丑闻不断曝光，在网上曾流行过一篇名为《一个中国人幸福的一天》的文章：早晨起床，掀开黑心棉做的被子，用致癌牙膏刷完牙，喝杯掺了三聚氰胺的



牛奶……从这篇充满了讽刺的文章里,我们可以看出现在公众对于最近中国食品安全问题的深恶痛绝。由于在所有这类事件中,有害食品添加剂都是罪魁祸首,因此很多人把这些问题都归咎于化学了。也因为这样,化学在公众心目中的形象不断丑化。

那么,化学是不是应该承担起这个罪名呢?

答案无疑是否定的。

在所有这些涉及食品安全问题的事件中,最应该接受谴责的是那些黑心商家,而不是那些有害食品添加剂和化学本身。事实上,黑心商家所使用的所有有害物质都是在工业上有重要应用价值的,只是它们不能被用于食品。比如众所周知的三聚氰胺,它是工业上用来制造塑料的一种重要工业原料,在我们的日常生活中经常出现。它本身何罪之有?相反,如果没有它,那我们的日常生活将大受影响。

化学在我们生活中所起到的作用绝对是利远远大于弊的。在现代农业中,各种化学肥料、除草剂、杀虫剂都被广泛使用。研究表明,如果不是这些化学产品的帮助,全球的粮食产量至少要减半。如果这样的话,我们人类就会面临严重的粮食危机。此外,现代医学里广泛使用各种抗生素和合成药物,而这些都是现代化学的产物,如果没有它们,人类的很多疾病都将得不到有效医治,人类的平均寿命将急剧缩短。可以说,如果没有化学,人类的生存都会是一个大问题!

化学是研究物质的性质、组成、结构、变化和应用的科学,它在整个科学中常常被人誉为“中心学科”,因为它是很多其他学科比如物理学、生物学、地理学、天文学等的基石。

很多同学在学习化学的过程中,总是感觉到化学枯燥乏味。如果你只是把化学简单地理解为化学元素、化学方程式的话,当然不会增加你学习化学的热情。但如果你把化学当做你生活的一部分,愿意去了解化学、理解化学,那么化学将不再是一个难题,而是一种乐趣。在这个章节里,我们将会从化学的起源去了解化学,从化学的发展去探索化学,从化学的小故事去研究学习化学的方法。希望能从另一个侧面激发大家对化学的兴趣,让大家体会到学习化学的乐趣。下面,我们就开始吧!



1.1 化学的本源故事

在原始社会时期,人类在和自然界搏斗的过程中,发现和利用了火。而火,我们现在已经知道,其实就是一种叫做“燃烧”的化学现象。从那时候起,人类就开始了使用化学方法来认识和改造世界的过程。然而,在那时候,人们只是凭着本能在利用化学,而化学理论、化学知识这些最基本的内容并没有出现。现在人们普遍认为,近代化学的起源在西方可以追溯到“炼金术”,而在东方则可追溯到咱们老祖宗的“炼丹术”了。

由“点石成金”开始的化学

古时候有一个书生,在赴京赶考的路上遇到山贼,身上所有的钱都被劫走了。他穷困潦倒地,在山间行走,饥饿和劳累几乎要夺取了他的生命。这时候一个仙人出现了,书生便祈求他的帮助。仙人欣然同意,他让书生拿起地上的石块,指了指,石块变成了金子。仙人让书生变卖金块为生。书生恭恭敬敬地把金块奉上,说:“这块金子我不要,我想要你的那根手指。”这就是成语“点石成金”的来历。



欧洲化学的开始就是“点石成金”术。早在公元 296 年古罗马皇帝戴克里先关于严禁制造假金银的告示之中,就把制造假金银的技术,称为“化学”(Chemeia)。又据考证,英语中的 Chemistry,法语中的 Chimie,德

语中的 Chemie (以上均为“化学”),均源于欧洲语词 Alchemy。而 Alchemy 则来自阿拉伯语中的“炼金术”al-kimiya。由此可见,化学登上欧洲历史的舞台是源于炼金术。

炼金术在欧洲为封建帝王和教会所利用,他们在宫廷和教堂中生起炉火,工匠日夜守候炉旁为他们炼制人造的“黄金”。靠“哲人石”将贱金属点化成金银,就成为当时西欧炼金术士的主要目的。当时英王亨利六世雇用炼金术士 3 000 多人,制出的类似黄金的铜就送往铸币厂铸成“金币”,运往法国;而法国国王的铸币厂也铸造了类似的“金币”,运到英国。在这个“炼金”的过程中,人们已经积累起最原始的化学实验技巧和知识了。

由“长生不老”开始的化学

在中国,大家都听过关于太上老君炼制“长生不老仙丹”的传说。传说中,这么小小的一粒仙丹,服下之后便会长生不老。现在我们一说起某些人的好日子,就会说是“过着皇帝般的生活”。那么可想而知,古时候的皇帝过着优越奢华的生活,他们对于这种能让自己与世长存、永享荣华富贵的仙丹是多么地期待!中国历史上无数建功立业、威武英明的君王,都折服在了这长生不死的仙丹之下。平定匈奴的汉武帝,听闻露水是“仙露”,能够使人“长生不老”,于是便下令在长安的建章宫里,竖立起青铜铸造的“承露盘”,安置在 20 丈高的石柱上。夜间,露水凝结在盘里,成了“仙露”,并和玉屑一起服用,因为据说“服玉者寿如玉”。其实,那青铜盘经日晒雨淋,长满铜绿,而美玉碎屑,人体无法消化、吸收,还会阻塞消化器官。在中国,化学的登场就是伴随着帝王的这种“长生梦”开始的炼制仙丹的过程。

秦始皇扫灭六国后,先后派徐市、韩终、侯公、石生等人寻觅不死药。这些人在当时被称为“方士”或“术士”。他们满世界寻找“长生不老药”的努力当然都以失败而告终,因为这种仙丹本来就是不存在的。后来,方士们将那些外观、性能特别的物质当做仙药,如认为丹砂“久服通神明、不老”、云母“久服轻身延年”、茯苓“久服安魂养神、不饥延年”、水银“久服轻身不死”等。可是,当他们慢慢发现这些自然药物并不能使人长生不老的时候,方士们便开始尝试自己炼制神丹。



而大约成书于西汉末或东汉初的《黄帝九鼎神丹经》是中国现存最早的炼丹书,讲述了九种“神丹妙药”,是火法炼丹的代表著作。丹药的炼制多半是利用水银、硫、金属盐化合物,最后得到的成分主要是硫化汞、氧化汞和其他的砷盐、铅盐。今天看来这些都是剧毒的物质,但是当时的炼丹师和帝王们却是趋之若鹜,即使被夺去生命也在所不惜。开创大唐盛世的唐太宗在 52 岁时离开了人世,原因就是服用了“长生药”!

无论是西方的炼金术,还是东方的长生不老之术,在今天看来都是很可笑的。金子就是金子,化学元素金,怎么会由其他的元素(比如铜)得来呢?而生老病死是自然规律,怎么可能会有一种仙丹能让人长生不老呢?更何况他们食用的仙丹其实大多是剧毒的汞化合物,不但不利于长生而且还会加速死亡。但是当时闭塞的社会、原始的研究方法,根本不可能让人们看见事物的本质。今天我们学习和研究化学的方法多种多样,都是在前人的基础上形成的。而我们从化学的起源上可以看到,理解事物的本质是学习化学非常重要的方法。虽然用我们现在的目光来看,当初人们的这种努力都是很失败的,但是在他们的实践中,却积累起了最初的化学知识和实验技巧,并且最终促成了近代化学的诞生。

1.2 化学发展的粗线条

人们在生活、生产中,观察到了各种各样的化学现象,慢慢地就有人想从这些复杂的现象中找出某种规律或者某些理论,来解释这些现象。在众多的自然现象中,人们最先产生兴趣的问题是:我们所生活的这个世界到底是由什么组成的呢?

“四元素”学说的兴起

“四元素”说是古希腊关于世界的物质组成的学说,它认为世间万物



都是由水、气、火、土这四种元素组成的。这个学说的中心思想就是以适当的顺序排列好水、气、火、土这四种元素来解释世界的组成。水,是冰冷潮湿的;火,是干燥炙热的;气(水蒸气),是炙热潮湿的;土,是干燥冰冷的。



“四元素”说与我们的祖先所提出的金木水火土“五行说”很类似。但是,最明显的不同是,前者还整理出一些化学现象,并且加入了对物质性质的描述。这对于化学研究来说是非常重要的。在一个简单的化学现象中,100个人可能观察到100种不同的现象,但只有那些最善于观察和总结的人,才能从这100种不同的现象中,发掘出其中的共同点,从而理解事物的本质。事实上,中华民族从初期的科技领先于世界,到近代的落后于世界,也可以从这方面得到一些基本的解释。我们中华民族的祖先非常擅长于从哲学的角度,用发散思维来思考世界,但是相对来说不擅长严密的逻辑推理以及详细记录,而后者恰恰是自然科学的基础。中国的“五行说”仅仅是从哲学的角度来试图解释我们这个世界的组成,而不像“四元素”说那样,还包含了大量的对化学现象的记录以及对物质性质的描述。这些记录,使得自然知识的积累成为可能,后人可以在前人的记录的基础上进行研究,从而发现自然界的规律。

“四元素”说承认了世界的物质性,是其进步的一面,但是却使化学的发展长期受到了阻碍。

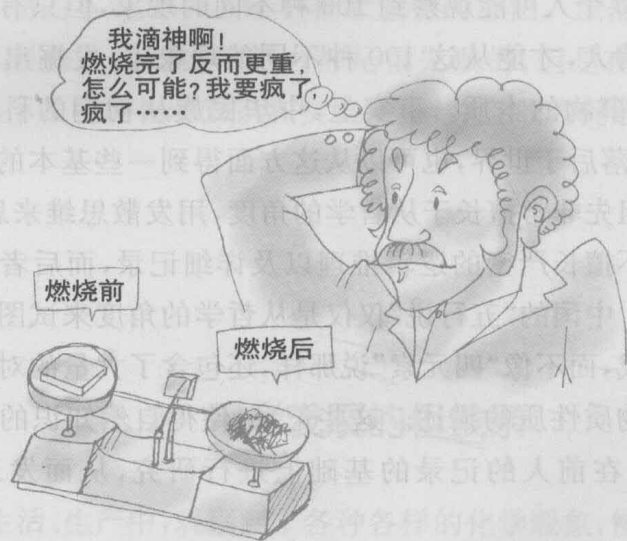
燃烧的奥秘与氧气的发现

学会用火是人类发展进化史中极其关键的一环,它也几乎是人们最先掌握利用的一种化学现象。现在我们已经知道,火其实是一种燃烧现



象。对于我们日常生活中最常使用的火来说,其本质就是可燃物质和空气中的氧气发生剧烈的发光发热的氧化反应。这在今天看来已经是最基本的化学常识了。但是,人们真正认识到燃烧的本质,却花费了整整一个多世纪的时间。有些物质在氧气存在的条件下燃烧,质量得到增加,化学性质发生改变。这些在我们现在看来最明显不过的事实,当时却是通过无数化学家的观察、实验和整理,经历了 100 多年的努力才证实的。现在让我们带领大家重新走进这一段历史,看看在那一段时间里,到底发生了什么,人们对于燃烧的认识是怎么一步一步走近真相的,然后看看我们从这一段历史中能学到什么。

1673 年,英国著名的科学家罗伯特·波义耳(R. Boyle)做了一个实验。他把一块铜片称了一下质量后放入瓶里,关紧盖子,然后把装着铜片的瓶子放在炉子上猛烈地加热、煅烧。这时,原来闪耀着紫红色光泽的铜片,渐渐地蒙上一层暗灰色的东西,以至最后变成了黑色的渣滓。烧完后,他重新进行称重,发现铜片竟然变重了!



接着,波义耳又拿了铅、锡、铁和银来进行同样的煅烧,结果都一样,金属变重了:

480 g 铜煅烧后,增重了 30~49 g;

480 g 铅煅烧后,增重了 7 g(失落了的没计算在内);

480 g 锡煅烧后,增重了 60 g;