

》》 走进科学丛书 》》

Approach
to Science Series



开拓进取的大科学家

KaiTuoJinQuDe
DaKeXueJia



中国环境科学出版社
学苑音像出版社

走进科学丛书

开拓进取的大科学家

主编 黄 勇

中国环境科学出版社
学苑音像出版社

图书在版编目(CIP)数据

走进科学丛书 / 黄勇主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2006

ISBN 7-80135-715-9

I. 走... II. 黄... III. 科学技术—普及读物
IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 015416 号

走进科学丛书

中国环境科学出版社 出版发行
学苑音像出版社



北京海德印务有限公司

2006 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 1/32(850×1168) 印张: 108 字数: 2450 千字

ISBN 7-80135-715-9

全十八册 定价: 356.40 元(册均 19.80 元)

(ADD: 北京市朝阳区三间房邮局 10 号信箱)

P. C.: 100024 Tel: 010-65477339 010-65740218(带 Fax)

E-mail: webmaster@BTE-book.com Http:// www. BTE-book.com

《走进科学丛书》

编委会

主 编 黄 勇

编 委 (按姓氏笔划排列)

王 枫	王小宁	关 林	江天涛
冯 刚	刘 风	刘建伟	刘二斌
何向阳	李 楠	李 蕾	李晓清
李耀文	吴 昊	宋 涛	张 可
张 戈	张 颖	张晓枫	范向东
姜雨轩	南 玲	萧 潇	韩家宝
程 林	程 鹏		

目 录

近代化学奠基人波义耳	(1)
斯德哥尔摩广场上的雕塑	(7)
推动 18 世纪化学革命的拉瓦锡	(13)
道尔顿创立科学原子论	(22)
与日月同辉的诺贝尔	(29)
给元素王国立法的门捷列夫	(40)
生物化学的创始人费歇尔	(48)
高分子化学奠基人施陶丁格	(55)
集大成者亚里士多德	(61)
浮力定律的发现者阿基米德	(63)
自由落体定律的发现者伽利略	(66)
发现大气压力的托里拆利	(68)
富兰克林用风筝捕捉雷电	(71)
向牛顿挑战的神童托马斯	(74)
被命名为电阻单位的科学家欧姆	(76)
被命名为电容单位的科学家法拉第	(78)
被命名为电感单位的科学家亨利	(83)
被命名为磁通量单位的科学家韦伯	(85)
电磁感应定律的发现者楞次	(87)
万能博士亥姆霍兹	(89)
第一个荣获诺贝尔物理学奖的科学家伦琴	(91)
被命名为频率单位的科学家赫兹	(94)

❖ 走进科学丛书 ❖

普朗克与普朗克常数	(96)
第一个两次荣获诺贝尔奖的科学家居里夫人	(99)
威尔逊和威尔逊云室	(101)
现代原子结构理论奠基人玻尔	(103)
古希腊最伟大的数学家欧多克斯	(106)
数学史上的里程碑	(108)
古希腊的数学巨人阿波罗尼奥斯	(111)
丢番图与别具一格的墓志铭	(113)
阿拉伯的杰出数学家花拉子密	(114)
分析术杰出大师邦贝利	(117)
代数学之父韦达	(119)
用代数方法研究几何的笛卡尔	(122)
世界上第一台计算机的制造者帕斯卡	(125)
数学史上最著名的伯努利家族	(128)
日心说的创立者哥白尼	(132)
星学之王第谷	(139)
为捍卫真理勇赴火刑的布鲁诺	(141)
沉冤昭雪的天文学家伽利略	(143)
伟大的天空立法者开普勒	(147)
发现海王星的天文双杰	(151)
探索微观世界的先驱列文·虎克	(154)
细胞的发现者胡克	(159)
实验生理学的奠基人斯巴兰让尼	(163)
生物进化学说的首倡者拉马克	(168)
研究远古生物的居维叶和圣伊莱尔	(173)

近代化学奠基人波义耳

罗伯特·波义耳 (Robert Boyle, 1627 ~ 1691) 是英国著名化学家, 世界近代化学的奠基人。他对世界化学界的重大贡献是, 用实验事实科学地阐明了化学元素的本质, 把化学确立为一门科学, 使化学走上了科学的道路。波义耳之所以能成长为一位著名的化学家, 对人类科学事业作出了重大贡献, 有他独特的成长道路和经历。

酷爱科学的少年

波义耳生长在英国大资产阶级工业革命爆发时期。工业革命的蓬勃发展, 对近代科学技术的发展和社会的进步起到了不可估量的推动作用, 工业革命的浪潮波及到英国全社会。

1627 年 1 月 27 日, 波义耳诞生在爱尔兰西南的利兹莫镇一个富裕的贵族家庭。父亲查理·波义耳是爱尔兰首府科克郡的伯爵, 是个有名的大富翁, 有 15 个孩子和大片的庄园。波义耳在这些子女中排行最小。波义耳的父亲很重视对孩子的教育。因此, 波义耳幼年就接受了启蒙教育, 智力得到了较早的开发。在他很小时, 就表现出记忆力和语言方面的才能, 有“神童”之称。

波义耳 8 岁那年, 进入贵族子弟学校—伊顿公学读书, 那时他已经能用希腊文和拉丁文讲话了。波义耳学习勤奋刻苦, 成绩优秀, 尤其是对自然科学产生了极浓的兴趣。

波义耳的父亲是个尊重孩子, 但又不娇惯孩子的人, 看到波义耳自幼酷爱科学, 作为父亲, 他表现出极大的关注和支持。他常常勉励波义耳要勤奋刻苦地学习, 将来成为一名科学家, 对人类的科学事业作出贡献。因此他还为波义耳请来了优秀的家庭教

师。

波义耳 12 岁时，在家庭教师的陪同下，到欧洲作长期旅行。他们去了法国、意大利、瑞士等国。在意大利，他废寝忘食地阅读了许多著名科学家的著作。广泛的阅读为他以后进行科研工作开阔了眼界，奠定了一定的理论基础。

5 年后，17 岁的波义耳回到英国。不幸的消息正等着他：他的父亲在战争中死去了。临终前给波义耳留下一笔供他生活的遗产。父亲去世后，波义耳的生活由他姐姐照顾。

几年的异国游学，波义耳眼界大开，他对自然科学的兴趣越来越强烈，他深感自己还很年轻，渴望与当时著名的科学家交流、沟通、学习，共同探讨当时的学术热点，以拓宽自己的思路，增长自己的知识和才干。

与著名学者的交流

波义耳从国外回到伦敦住在他姐姐家里。他姐姐雷尼拉夫人对波义耳酷爱自然科学，给予了热情的支持。在他姐姐家里，经常有一些著名学者、科学家、文学家、哲学家在此聚会，讨论一些学术问题。波义耳自然也就成了这个聚会的参加者。

法国著名数学家和哲学家勒内·笛卡尔，是雷尼拉夫人家的座上客。他经常参加这种聚会，久而久之就成为波义耳的交谈对象。笛卡尔在数学方面的贡献是创立了解析几何，在哲学方面的建树是写出了著名论文《科学中的正确运用理性和追求真理的方法论》（简称《方法论》）。《方法论》片面强调科学和理性，反对经院哲学和实验。

波义耳对这一片面的观点提出了自己的反对意见。他向这位著名科学家阐述说，把理性放在高于一切的位置是不对的，科学应该是实验科学，理性应来自实验。

波义耳很早就是美国哲学家培根的忠实信徒。他比较赞同培

根的观点，即“真正的知识应该建立在实验研究方法的基础上。”“一个哲学家，不应该像蜘蛛一样，把理性花在搞阴谋诡计上；他应该像蜜蜂一样，搜集事实，靠思维把它们酿成蜜。”

波义耳和笛卡尔的学术思想交流，一连进行了好几天。波义耳从中受到很大启迪，内心感到异常兴奋。他们的学术交流话题很多、很广，涉及了不少当时流行的学术热点。

比如，物质组成问题。对于这一问题的讨论，当时有“四元素说”和“三元素说”等观点。“四元素说”是以毕达哥拉斯为代表的，他主张物质是由火、水、气和土四种元素所组成的。“三元素说”是以帕拉塞斯为代表的，他主张物质是由硫、汞、盐三种元素所组成的。这两种说法到底哪个正确？波义耳对此产生了疑问。他认为要想得出正确的结论，解决这一科学难点问题，只有靠实验，实验是解决一切问题的办法，空谈无济于事。波义耳萌生了一个强烈的愿望，要有一个实验室，要建立起自己的实验室，尽快开展实验研究。

豪华住宅改建的实验室

年轻的波义耳为了建立实验室想了许多办法，他不敢向姐姐请求在物质上的帮助，他想到了斯泰尔桥庄园，这是他父亲留给他的遗产，那里有一所豪华的住宅。他决定把住宅改建成自己需要的实验室。自己的生活起居、图书馆也建在这里。经过一段紧张的施工建设，波义耳的实验室于1645年竣工，开始交付使用。

波义耳又花了一笔钱，为实验室配备了相当好的实验设备仪器，并聘请了几位有水平的实验技术员。波义耳在实验室里进行了大量的物理、化学方面的实验。为了吸引社会上志同道合的朋友，波义耳把自己的实验室对外开放，当时社会上对化学和物理具有浓厚兴趣的朋友，都前来参加这里的实验研究。不久，波义

耳的实验室成了一个具有特色并颇受科学界关注的实验研究中心。

元素概念的确立

波义耳的化学实验研究中心，对物质的组成最为感兴趣，研究非常深入，成果显著。波义耳经过十几年的努力奋斗，于1661年出版了他的化学名著《怀疑派化学家》。这是他对物质组成的科学论著，是近代化学史上的重要文献。

全书摹仿科学名著《新科学对话》的风格，用对话体写成，对当时占统治地位的元素说进行了全面的批判。

书中共有四位人物，一位是逍遥派化学家，他代表了“四元素”说的观点；一位是医药派化学家，他是“三元素”说的代表；一位是怀疑派化学家，他代表了波义耳本人的观点；还有一位是中立派化学家，他保持中立。

逍遥派化学家认为，宇宙万物是由土、水、气和火四种元素组成，四种元素按不同的比例组合，就会形成各种各样的物质，只要改变四元素的比例，普通金属也能变成黄金。

医药派化学家则认为，万物都是由硫、汞和盐三种元素按不同比例组成的。汞是一切金属的本质，硫是一切可燃物所共有的，硫和汞结合就可以得到各种金属。普通金属与黄金、白银的区别，就在于含硫、汞的比例不同和纯度不同，如果除掉金属中的下贱成分，普通金属也可变为黄金和白银。

这两种观点就是当时社会广泛流传的，物质组成的“四元素说”和“三元素说”。

怀疑派化学家代表了波义耳的观点。他根据自己多年的大量实验结果，驳斥了这两种观点。波义耳举了黄金的例子。他说，黄金溶解在王水里，肉眼看不见，但金子还存在于溶液里，这不是元素；要进一步分解，得到更原始的微粒子，这才是元素。黄

金不怕火烧，不管烈火怎样燃烧它，都看不见它的分解，更没有分解出硫、汞和盐，也不可能含有土、水、气和火。这就是说，黄金无论经过什么化学反应，黄金的微粒是不变的。

波义耳代表怀疑派化学家，在列举大量事实后得出结论，他认为物质的形成是复杂的。“四元素说”和“三元素说”是错误的。波义耳根据自己大量的实验事实，给元素下了一个明确的定义：元素是不由其他任何物质所构成的最原始的、最简单的、最纯净的物质，元素是有确定性质的、实在的，可觉察到的实物，是用一般化学方法不能再分解的最简单的实物。

波义耳所说的元素，按现代的观点是单质。波义耳对于元素的论证，彻底批驳了存在至少两千余年的陈旧的唯心主义的“四元素说”、“三元素说”的观点，确立了科学的元素概念，使化学走上了科学研究的道路。

紫罗兰变红的启示

波义耳在自己的化学实验研究中心，和助手们一起，攻克了当时化学界长期争论的难关。他的科研热情越来越高涨，灵感的火花不断地迸发出来。

一天，一位园丁把一束紫罗兰放在实验桌上，波义耳无意中把一滴盐酸滴在一朵紫色花瓣上，他马上把花拿起来，放到水里去冲洗。结果，奇怪的现象发生了：紫罗兰花变成了红色。

偶然的发现令波义耳感到十分惊奇，也引起了他的认真思考：要判别溶液是不是酸，只要用紫罗兰花瓣放进溶液试一试就清楚了。既然酸能使紫罗兰改变颜色，那么碱是不是也能使紫罗兰改变颜色呢？经过一系列实验，他终于发现碱也能使紫罗兰改变颜色，变成蓝色。

波义耳又想如果不是紫罗兰，而是其他有色植物呢？有色植物遇到酸而不是碱会怎么样呢？波义耳决定对玫瑰、地衣、五倍

子、树皮、石蕊、姜红等有色植物进行实验。它们分别与酸、碱作用，有的在酸作用下改变颜色，有的在碱作用下改变颜色。有趣的是石蕊和地衣，酸能使它们变成红色，碱能使它们变成蓝色。波义耳从石蕊制取浸液，把纸片放进浸液中浸透，再晾干。把这种纸片放进溶液里，只要纸片改变了颜色，就可以鉴别出溶液是酸性还是碱性。波义耳把这叫做酸碱指示剂。现在仍在广泛使用的石蕊试纸，就是当年波义耳的发明。

波义耳在研究五倍子浸液时发现，这种溶液和铁盐在一起，就会形成一种黑色的溶液，这种溶液可以当墨水用。波义耳仔细研究和配制了墨水的原料配方，后来人们沿用这个配方，生产了高质量的墨水达一个世纪之久。

波义耳还发现硝酸银溶液与盐酸相遇，会产生白色沉淀（即氯化银），波义耳称为“月牙”。碳酸钾溶液（植物中的碱）与氯化汞的作用，产生黄色沉淀。铜盐溶液加些氨水，蓝色就会变深，如果蘸点铜盐在火上烧，火焰就会变成绿色等等。

波义耳在实验中发现了许多化学反应可以产生有颜色的物质，利用这些颜色的变化，可以检验更多的物质。波义耳使用了一种新的工作方法，即“分析法”，完成上述实验。这种分析法实际上就是分析化学的雏形，它对分析化学的发展起到了推动作用。波义耳成为分析化学的奠基人。

平静安宁的晚年

时光流逝，波义耳已进入晚年。在他年轻时身体就不太好，经常闹点毛病，因此当他 50 多岁时，身体健康情况急剧下降，开始恶化，他不能在实验室工作了，也不能参加研究活动了。他不得不离开实验室，搬到祖传的庄园去生活。波义耳为了晚年的生活平静、安宁，他毅然拒绝了担任英国皇家学会主席的建议。

波义耳的晚年生活很自由。他有时去剑桥和牛津与老朋友见

见面，交谈沟通，有时去伦敦和哲学家会面。但他没有完全休息，他的大部分时间用于著书立说，他把自己 35 年的研究工作加以阐述总结，写了不少有价值的科学著作和论文。有些成果是在这位科学家逝世后才发表的。

1691 年 12 月 21 日，波义耳因病逝世，享年 64 岁。他留给后世的不是一大笔钱财，而是丰富的科学遗产。波义耳作为一位伟大的科学家，在几十年的科学工作中，不可能没有缺点错误，但是瑕不掩瑜。他以自己多年的实验研究，确立了科学元素的概念，宣告了近两千年来占统治地位的“炼金时代”的结束，把化学从医学分离出来，使化学成为一门新的独立的科学，开创了化学的新纪元。波义耳把许多显色反应和沉淀反应加以系统化，为分析化学打下了基础。波义耳无愧是近代化学的奠基人。

斯德哥尔摩广场上的雕塑

卡尔·威廉·舍勒（1742～1786），瑞典杰出的化学家。

1742 年 12 月 19 日，舍勒生于瑞典的斯特拉尔松。家境贫寒，家口众多，舍勒只勉强上完小学，年仅 14 岁就到哥德堡的班特利药店当了名小学徒。

药店的老药剂师马丁·鲍西，是一位好学的长者。他整天手不释卷，孜孜以求，因而学识渊博，同时又有高超的实验技巧。马丁·鲍西不仅制药，而且还是哥德堡的名医。他的高明医术，在广大市民中，像神话一样地流传着。

名师出高徒，马丁·鲍西的言传身教，对舍勒产生了极为深刻的影响。舍勒在工作之余也勤奋自学，他如饥似渴地阅读了当时流行的制药化学著作，还学习了炼钢技术和燃素理论的有关著作。他自己动手，制作了许多实验仪器，晚上在自己的房间里做

各种各样的实验。他曾因一次小型实验爆炸，引起药店同事的非议，但由于受到马丁·鲍西的保护，没有被赶出药店。

舍勒在药店里边工作、边学习、边实验，经过5年的努力，他的知识和才干大有长进，从一个只有小学文化的学徒，成长为一位知识渊博、技术熟练的药剂师。同时，他也有了自己一笔小小的“财产”——近40卷化学藏书，一套精巧的自制化学实验仪器。正当他准备大展宏图的时候，生活中出现了不幸：马丁·鲍西的药店破产了。药店负债累累，无力偿还，只好拍卖包括房产在内的全部财产，舍勒就此失业了。他带着自己的40卷化学和制药学方面的书籍以及自制的化学实验仪器，只身一人在瑞典各大城市四处漂泊，曾多次变换工作，但都没有离开过制药这一行当。后来，舍勒在马尔默城一家大药店找到了一份工作，药店老板很理解舍勒，给他安排了一套房子，支持他搞实验研究。舍勒和他的书籍及实验仪器从此结束了流浪生活，有了安身之所。从此，他又重操旧业，继续他的科学研究和实验。马尔默城学术气氛浓厚，离丹麦哥本哈根很近，离瑞典著名的鲁恩德大学也不远，这使舍勒能够买到最新出版的化学专著和文献，并能和大学里的教授们进行广泛的接触，这对他的学习和研究非常有帮助，使他获益匪浅。

两年之后，斯德哥尔摩一位很有名气的药房主沙伦贝格慕名聘请舍勒到他那里去工作，答应给他提供更优越的工作条件并设法帮助舍勒进入斯德哥尔摩皇家科学院所属的化学实验室搞科学研究，他欣然前往。在那里舍勒还可以充分利用瑞典最大的图书馆——科学院图书馆和皇家图书馆的藏书和文献。所有这些大大开阔了青年舍勒的科学视野，为他提供了施展才华的大舞台。

舍勒一边从事药剂师的工作，一边着手他的化学研究，他注意到从意大利运来的酒桶内壁上，沉积着一层厚厚的红色硬壳，

工人们称其为酒石。舍勒用工具刮下这层奇怪的沉积物仔细研究，发现将其和硫酸一起加热，就会溶解，冷却后可以形成漂亮的透明晶体。舍勒研究了这种晶体的各种性质，发现其类似于酸。舍勒把这种晶体称为酒石酸。

舍勒还仔细地研究了萤石。将萤石与硫酸作用时，会生成一种令人窒息的气体，实验用的玻璃器皿表面则失去了透明度，说明这种气体能够腐蚀玻璃，舍勒改用蜡制的容器小心收集这种新物质，发现它能溶解沙子，并生成四氟化硅。这种气体就是氟化氢。1771年，舍勒成功地制取了氟硅酸。

短短的几年中，舍勒有了大量的科学发现，研究的范围也很广，涉及的领域有药理学、化学、植物学等。他研究从各种植物的根、茎、叶和果实中提取溶液，发现其中的一些新物质，他将这些物质纯化、结晶，仔细研究它们的性质，认为它们都是各式各样的酸。根据植物来源的不同，舍勒称这些酸为柠檬酸、苹果酸、草酸、五倍子酸、乳酸……

舍勒还研究了大量的矿物质。将 As_2O_3 氧化制成砷酸，用胆矾和砷酸作用制成漂亮的绿色染料（砷酸铜），商业名称为“舍勒绿”。舍勒研究过辉钼矿和白钨矿，制备出 MoO_3 和 WO_3 ，详细研究过它们的性质，断言这两种矿物里含有某种新元素，他的杰出工作为后人发现钼和钨铺平了道路。为纪念这位伟大的化学家，人们称白钨矿为“舍勒矿”。

他将橄榄油和氧化铅一起加热，首次制取了一种浅黄色有香味的物质——甘油；他用锌与亚砷酸作用，首次制取了砷化氢；他首次查明动物骨骼里含有磷酸盐，并成功地提出了如何从骨头里提取磷的方法；他首次发现锰的化合物，并制备了高锰酸盐；他用二氧化碳、煤和氨为原料，成功地制取了氢氰酸，实际上这是在维勒之前40年实现的第一次人工合成的有机物！

舍勒在化学上的首次发现太多了，这些发现和成果，在化学界反响很大，得到了学术界的极高评价。1775年，年仅33岁的舍勒就被选为瑞典皇家科学院院士。虽然有几所有名大学慕名邀请舍勒去担任教授，但都被他拒绝了，他认为他的药房是很好的研究场所，而不愿意离去。

纵观舍勒一生的科研成果，当数氯气、氧气的发现和银盐的感光性实验证明。氯气是由舍勒在1774年发现的。当时舍勒正埋头研究软锰矿（主要成分是 MnO_2 ），深入研究过软锰矿的性质。当他把浓盐酸倒进盛放黑色软锰矿石的烧瓶中加热时，会飘逸出一种黄绿色的气体（是他首次实现了下面的反应： $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ），这种气体有强烈的刺激性气味，会使人剧烈咳嗽，舍勒感到很难受。但他确信自己发现了一种从未被人们所认识的新气体，他由衷地高兴和激动。舍勒决定仔细研究这种新气体的性质，并用动物膀胱收集这种气体。于是，他从猪肉店里买来了一些猪膀胱，晒干后插上玻璃管，将氯气收集在里面。舍勒把氯气溶解在水里后，发现这种溶液对纸张、纺织品都有永久性的漂白作用。他还发现这种气体的性质十分活泼，能与许多金属氧化物发生反应。舍勒把他的研究成果发表在瑞典科学院院刊上。

舍勒的第二项有重大影响的发表是氧气的制取，并对氧气性质进行了深入的研究。这要追溯到18世纪70年代初他对硝酸钾的研究。起初他通过加热硝石得到一种他称之为“硝石的挥发性”物质，这种气体遇到烟灰中的余烬就会燃烧起来，放出耀眼的光芒。这种现象引起了舍勒的极大兴趣，他对这种气体的研究到了痴迷的程度。他曾对朋友说：“为了解释这种新的现象，我忘记了周围的一切，因为假使能达到最后的目的，那么这种考察是何等的愉快啊！而这种愉快是从内心中涌现出来的。”舍勒

曾反复多次做了加热硝酸钾的实验。他说：“我意识到必须对火进行研究，假如不能把空气弄明白，那么对火的现象就不能形成正确的看法。”舍勒的这种观点已经接近了“空气助燃”的观点，遗憾的是他没有能够沿着这条路深入研究下去，终生笃信“燃素说”不疑，导致当真理碰到鼻尖时也没有发现真理。

舍勒正式发现氧气是在1773年，比普利斯特里早一年。他制氧气的方法较多，主要有：①加热氧化汞（ HgO ）；②加热硝石（ KNO_3 ）；③加热高锰酸钾（ KMnO_4 ）；④加热碳酸银（ Ag_2CO_3 ）和碳酸汞（ HgCO_3 ）的混合物。对空气的研究，舍勒设计过许多巧妙而出色的实验。

第一个实验是把湿铁屑放在倒置于水中的密闭容器中，几天以后，铁屑生锈，空气大约减少了 $\frac{1}{4}$ ，容器中剩下的 $\frac{3}{4}$ 空气，可以使燃烧的蜡烛熄灭。

第二个实验是把一小块白磷倒放在水中的密闭容器中，让白磷在密闭容器中燃烧，器壁上沉积了一层白花，水面上升了 $\frac{1}{5}$ 。对此他曾定性地说明：“空气是由两种性质不同的流体组成，其中一种流体表现出不能吸引燃素，即不能助燃；而占空气总量 $\frac{1}{3}$ 到 $\frac{1}{4}$ 的另一种流体，则特别能吸引燃素，即助燃。”舍勒把不助燃的空气称为“浊空气”，把助燃的空气叫做“火空气”。舍勒还做过“浊空气”和“火空气”的生物实验。他把老鼠和苍蝇放在密封的“浊空气”中，过了一段时间老鼠和苍蝇都死掉了，换成“火空气”则不然，这些小生物会活得好好的。舍勒的结论是：“火空气”能助燃，能维持生命，“浊空气”不能助燃，不能维持生命。他对这两种空气性质的认识是深刻的，只可惜他未能由此进行创造性发挥，摆脱燃素理论的束缚，被错误的理论牵着鼻子走。由于他在理论上墨守成规，使他的许多发现都黯然失色。