

一、化学元素

物质世界的根本

化学是研究物质的。世界上那形形色色的物质，是由什么构成的呢？这个自然科学中最根本的问题，在古代就引起了人们的注意。

公元前 4 世纪，我国的大学问家庄子就说过：“一尺之棰，日取其半，万世不竭。”意思是说，一尺长的短棍，若每天截取一半的话，是永远也截取不完的。这就是说，物质是无限可以分割的。另一位大学问家墨子，则认为物质不是无限可分的，分到最后总有个“端”，到了“端”也就不能再分割了。

古希腊的哲学家德谟克里特（公元前 460 ~ 370 年），对于物质的构成曾作过细心的研究。他是对大量的自然现象加以分析和推测，而得出结论的。当他看到植物在粪土上生长特别旺盛的时候，就在想：是不是粪土中的什么小微粒进到植物中去了呢？当他发现盐溶在水里以后，盐不见了，水却有了咸味，就在想：是不是盐的细小微粒分散在水里去了呢？当他见到鱼在水里游动时，他就断定：水这种物质必定是由水的微粒构成的。只有这样，当鱼游过来时，水微粒便向两边散开，鱼才会自由地游来游去。从这些自然现象中，他得出了这样的结论：物质都是由一些坚硬的、不可再分的微粒构成的。他把这

种小微粒称作原子（希腊文的原意，就是不可再分的意思）。这就是历史上最早提出的原子概念。

但是，德谟克里特的这种朴素的古代原子论提出后，并未得到应有的重视和发展。在当时的社会条件下，统治者极力宣扬宗教的信条，以“神意”、“天意”、“上帝造物”来解释自然界的存在，当然就不能允许有什么“原子论”的存在了。德谟克里特的许多有科学价值的著作，也被烧毁了。从此，人类对物质结构的认识，便经历了一条漫长而曲折的道路。

在古代，由于人们不知道物质到底是由什么构成的，因而也就不能正确了解物质发生变化的规律。于是，许多人就妄想把普通的金属或矿石烧一烧变成贵重的黄金，或是变成能使人长生不老的“仙丹”。这就是历史上的“炼金术”和“炼丹术”。

今天，当人们听到这些，一定会觉得荒唐可笑。可在那时，这些说法却真的打动了那些统治者的心，就连那些最虔诚的教徒，一想到发财和长寿，也都坐不住了。于是，不论在豪华的宫院中，还是在肃穆的教堂里，都升起了炉火，大搞炼金术和炼丹术。这一时期，在历史上竟持续了一千多年。最终是一炉黄金也未炼成，而有些急于祈求长寿的人，大胆地吞服了一点炼丹“半成品”，却都提前丧了命。在我国唐、宋两朝是金丹术的鼎盛时期。据文献记载，唐朝因服丹药而致死者大有人在。

从科学上看，炼金术士们的幻想，的确是愚蠢的。但是，我们还不能把这上千年的炼金时代，看作是一个完全愚蠢的时代。因为，在这漫长的年代里，确实也为人类积累了不少化学知识。而这些知识的积累，恰恰又为结束这个时代创造了条

件。

到了 17 世纪中叶，科学的元素概念终于诞生了。这是著名的英国化学家波义耳在他的名著《怀疑派化学家》中提出的。在这本书里，波义耳以大量的实验事实，批驳了当时盛行的支持炼金术的“四元素说”和“三元素说”，明确指出，元素是简单的、原始的、纯净的物质，是用化学方法不能再分解的实物。这个论述虽很简单，但它打破了炼金术士们的幻想，说明了用熔炼的化学方法，把普通金属变为黄金是不可能的。这一论述宣告了炼金时代的结束，使化学走上了科学的途径，是化学发展史上的一个重要的里程碑。

波义耳的元素概念是科学的，但限于当时的实验条件，还不能完全分辨哪些是元素，哪些不是元素。许多科学家，也包括波义耳本人，都错误地把燃烧时发出的火光当成了元素，并导致后来出现了“燃素学说”。这一学说又是怎样解释燃烧现象的呢？

化学元素的发明

1778 年 12 月 17 日，戴维出生于英国康沃尔郡彭桑斯镇的一个木刻匠家庭。戴维的家乡依山傍海，风景绮丽。然而，他的家庭却并不富裕，后来，三个弟弟和一个妹妹相继出世，家庭经济入不敷出。

幼年的戴维和他的伙伴们一样，顽皮、散漫，对学校的功课不感兴趣。在老师的眼里，他没有任何出众的地方。他的小学老师柯里顿是一个脾气古怪的人，特别嗜好揪孩子们耳朵。小戴维的耳朵常常被他揪得火辣辣的，痛的钻心。

有一次，柯里顿老师看见小戴维的耳朵上粘了一大块胶泥，就斥问他是怎么回事。戴维大声回答说：“报告老师，这是为了怕我的耳朵被你揪烂。”结果引起了同学们的哄堂大笑？柯里顿老师也拿他毫无办法。

后来，戴维干脆不上学了，整天到处闲逛，荒废了许多的宝贵时光。戴维 16 岁那年，父亲因病去世，留下 1300 英镑的债务，这在当时可是一笔不小的数目。家里的生活变得越来越艰难，这使戴维不得不自谋生路。

他到了镇上医生波拉斯那儿当学徒，帮助配药和包扎。那时候，药品大多要现配，这里面有好多戴维不明白的道理，他开始感觉到自己知识的贫乏。他买了一些书，利用空余时间开始自学。

这时恰好有个青年化学家来到彭桑斯镇养病，他就是大名鼎鼎的蒸汽机发明家瓦特的儿子。戴维很快和他交上了朋友，小瓦特领戴维参观安装在康活尔郡的瓦特发明的第一台蒸汽机，给他讲蒸汽机的做功原理。小瓦特知识的渊博使得戴维很惭愧。

戴维给自己订了周密的自学计划，课目有：神学；地理学；职业必读——植物学、药学、病理学、解剖学、外科学和化学；逻辑学；语言——英语、法语、拉丁语、希腊文、意大利文、西班牙文和希伯来文；物理学；力学；修辞和讲演术；历史；数学。

书籍给他引路，他的头脑却没有被限制在书本里。戴维利用手头能找到的一些日常用具和药房里现成的酸、碱一类药品进行实验，以判断学到的理论是否正确。因为没人指导，实验常常引起爆炸，波拉斯医生忍无可忍，把他解雇了。

经过四个月的钻研，戴维对热的本质提出了自己的独特见解。当时，人们有一种错误的看法，认为热是一种物质，好像水一样，可以从温度高的地方流到温度低的地方。戴维对定点表示怀疑，他运用自学到的物理知识，设计了一个巧妙的实验。

让两块冰互相摩擦，得到融化的水。两块冰温度一样，并没有温度高的东西挨着冰块，这使冰融化为水的热是从哪儿来的呢？戴维用这个实验证明摩擦能够产生热，热不是物质，而是一种运动的形式。这个简明的著名实验，后来编进了各种教科书。

戴维的名声渐渐大起来，这个美丽的小镇上几乎人人都知道这个勤奋自学、大胆实验的青年。后来，他被牛津大学的化学教授贝多斯看中，当上了贝多斯新建立的气体研究所的实验室主任。这时，戴维还不到 20 岁。

戴维自己动手制备各种气体，从纯净的氧气到剧毒的氟化氢。他认为研究化学一定要亲身体验，教科书上记载的化学物质的颜色、气味和滋味。他都是要闻一闻，尝一尝，复验一遍，有一次，他吸入 4 夸脱的氢，几乎窒息。

戴维的这种鲁莽而冒险的实验有一次终于获得了报偿。他觉得氧化亚氮有剧毒的说法根据不足，便亲自制备这种气体，一边做一边吸，仔细体会切身的感受，吸着吸着，竟变得兴奋起来，哈哈大笑，手舞足蹈，原来的牙痛也意外消失了。

戴维给以这种气体取名为“笑气”，把它介绍给外科医生做麻醉剂用。直到今天，笑气在医院里仍在被使用。尽管在当时，笑气更多地只是被当作一种迷幻药，在那些穷极无聊、无所事事的人们当中，举行笑气晚会竟一时风靡起来。

戴维的名字也随着这种异乎寻常的神秘气体在英国和欧洲迅速传播开来。不久，英国皇家学院院长朗福德伯爵请戴维到伦敦，在新设立的高级试验室里担任教授，主持科学讲演。这位英俊的年轻人娓娓动听的出色讲演在伦敦社交界获得巨大成功。

在戴维生活的时代，人们热衷于寻找这样一个问题的答案：我们这个千变万化世界究竟是由多少种最简单的物质构成的呢？人们到处搜集稀奇古怪的矿石、矾土、臭水和污浊的臭气，用火烤，用酸浸，用碱泡……直到再也分不出新东西为止。

当时，在拉瓦锡提出的元素表里，只记载着 33 种，而且连石灰、苦土（氧化镁）、重土（氧化钡）、矾土（三氧化二铝）和硅土（二氧化硅）都包括在内。那时候的元素表里，混进了很多假元素，而许多真正元素却没有列入。

就在这时，伏打电池发明了。对新鲜事物特别敏感的戴维马上联想到：既然电流能使死青蛙的大腿抽搐起来，能将水分解成氢和氧两种气体，那么，电流不是也可以用来分解各种物质，从中发现新元素吗？

他在钾碱的水溶液里通上电流，得到的结果却和电解水一样：放出氢气和氧气。他试了一次又一次，发现无论是酸、碱还是盐，它们的水溶液通电之后，结果都相同，这是为什么呢？戴维苦思冥想。

终于，戴维断定，这是水在捣乱，必须先除掉水。可是，又要像水一样能流动，电解才能顺利进行。于是，戴维动手电解钾碱，可是，当时的伏打电池力量太弱了，电解没有成功。必须对伏打电池进行改造。

戴维的电学实验十分出色。1805 年他成功地生产出电弧。1806 年他获得拿破仑为在电学上创造出最好成绩者而颁发的奖金，尽管英国当时与法国正处于交战状态，但戴维毫不犹豫地接受了。他认为政府之间可以交战，科学之间却没有交战。

接着他便着手建造有 250 多块金属板的电池组，这在当时是首屈一指的。1807 年 10 月 6 日，戴维用这个有强大电流的特大电池对钾碱进行电解，只见阴极周围冒出水银般的小亮珠，燃发出淡紫色的火焰，有的还发出噼噼啪啪的爆炸声。

于是，戴维得到了一些从未见过的银白闪亮的金属，用小刀很容易切开，比水轻。戴维把这种新金属投进一盆水里，它贴着水面冒出许多细小的气泡，吱吱作响，变成无数闪光的金属小球，窜来窜去，像是荷叶上的露珠在滚动。

戴维欣喜若狂、手舞足蹈，把实验台上的玻璃仪器都震翻了。成功了！从草木灰里发现了新元素——钾！戴维用力捶了自己一拳，喊道：“戴维，你真棒！”他在当天的实验记录上写下一行引人注目的字：“出色的试验!!!”

一个星期后，戴维又从苏打里电解得到一种白亮如银、柔软如蜡的新金属，和钾十分相像，是一对孪生的脾气急躁的烈性金属。戴维给这种金属起名叫钠。钾和钠的新奇特性，使伦敦轰动了。老教授们纷纷向他表示热烈的祝贺，请柬和鲜花向他涌来……戴维成了科学上的明星。他即兴赋诗一首：“物质既不灭，人心不死；心物化为一，永存定无疑……”

戴维这两项成功实验的意义是非同寻常的。电和化学的结合，给化学插上了翅膀，产生了巨大的飞跃。不久，几乎当时所有的著名化学家，柏采留斯、卡文迪许、盖·吕萨克、泰那尔、维勒……都钻研起化学和电的结合来。

戴维并没有以此为满足。接下去他在 1808 年又从石灰里得到钙，从苦土里得到镁，从锶矿石得到锶，从重晶石得到钡。这 4 种元素是从碱性矿土里发现的，是碱土金属的主要成员。戴维几乎发现了整个碱性土金属家族。

戴维继续马不停蹄地进行他的实验。在实验室里，他一会儿安装仪器，一会儿又穿插着加热某种药品，往往在一天里指挥助手同时进行数十项试验。药品弄脏了他的衣服，常常顾不上换洗，就匆匆套上一件干净衣服赶快去做科学讲演。回到实验室又接着工作。

戴维在化学上取得的成就是巨大的，在不到两年时间里，连续向世界宣告发现了 7 种新元素，然而，他就是不肯接受道尔顿的原子学说。戴维的密友沃拉斯顿是一位可堪信赖的原子学家，曾力图说服他，但没有成功。

1812 年，戴维受封为爵士，并结了婚。由于他长期习惯于用嗅觉和味觉来鉴别新的化学药品，导致慢性中毒，身体状况恶化。也就在这一年，在一次三氯化氮的爆炸中他的眼睛被炸伤。戴维不得不停止了工作，带着助手去欧洲大陆养病。

当时，英法之间仍在交战，但法国的化学家们热烈地欢迎戴维。在那儿他又一次见到了朗福德伯爵。在欧洲养病期间，戴维和各国著名的科学家交流经验、探讨学术问题，作了许多次精彩的科学讲演和化学实验表演。

戴维在欧洲参观煤矿，见到工人使用明火照明，往往引起积聚的煤气爆炸，造成重大的伤亡事故。1815 年他回国后发明了“戴维灯”，灯的四周是金属丝网，灯外的爆炸性气就不会点燃了。从此，井下矿工就能比较安全地从事生产了。

戴维拒绝把这个发明列入专利，因为他不愿意从这样一个

人道主义的发明上牟取暴利。不过，当后来别人提出对此项发明享有优先权的时候，他勃然大怒，据理力争，维护自己应得的权利。1818年，戴维因其为矿业所做的贡献被晋升为男爵。

戴维还让他发现的电弧为人类服务。他把它改造为电弧灯这一尝试后来到爱迪生时期终于被充分应用。除此以外，戴维还是第一个记录下铂的催化能力的人。

1820年，戴维担任了英国皇家学会的主席。他在伦敦的科学讲演吸引了成千上万的男女听众。前座和正座总是被那些有钱的上流人物购去，而一般听众只买得起便宜的边座票。在边座听众中有一个书店学徒，他就是后来著名的电学家法拉第。

戴维发现法拉第才识过人，就约他谈话。他警告法拉第说：“科学是位刻薄的主妇，要求给以他服役的人付出极大的劳动，而支付的报酬却很微薄。况且，实验常常引起爆炸……”法拉第回答说：“……我追求科学，科学工作本身就是一种报酬啊！”

戴维被深深地感动了，破格录用法拉第做助手。后来，法拉第在电磁学上做出了巨大的贡献，在科学上的成就甚至超过了戴维。因此，人们今天谈论起戴维来，总是说法拉第是戴维所有发现中最伟大的发现。

1823年以后，戴维大部分时间是在国外度过的。1829年，戴维死于瑞士。他在遗嘱中留下了一笔基金，用来奖励每一年度做出重大发现的化学家，戴维奖章成了英国科学界的最高荣誉奖章，荣获过这一奖章的有居里夫妇等著名科学家。

元素周期律和元素周期表

元素周期律和元素周期表，揭示了元素之间的内在联系，反映了元素性质与它的原子结构的关系，在哲学、自然科学，生产实践各方面，都有极为重要的意义。

在哲学方面，元素周期律揭示了元素原子核电荷数递增引起元素性质发生周期性变化的客观事实，从自然科学上有力地论证了事物变化从量变到质变的规律性。元素周期表是元素周期律的具体表现形式，它把元素纳入一个系统内，反映了元素间的内在联系，破除了曾经认为元素是互相孤立的形而上学观点。通过元素周期律和周期表的学习，可以加深对物质世界对立统一规律的认识。

在自然科学方面，周期表为发展物质结构理论提供了客观依据。原子的电子层结构与元素周期表有着密切关系，周期表为指导发现新元素、合成新元素，预测新元素的结构和性质提供了可靠的线索。元素周期律和周期表在自然科学的许多部门，首先是化学，物理学，生物学，地球化学等方面，都是重要的工具。

在生产科研的应用上，由于在周期表中位置相近的元素其化学性质亦相似，这就启发人们在周期表中一定的区域内寻找新的物质。诸如：

① 半导体材料都是周期表里金属与非金属交界处的元素，比如：Si、Se、Ge、Ca 等。

② 催化剂的选择：人们在科研和生产中，已发现过渡元素对许多化学反应有良好的催化作用，过渡元素的催化作用与它

们的原子的 d 轨道未充满电子有关。于是，人们努力在过渡元素（包括稀土元素）中寻找各种优良催化剂。比如：石油化工方面，像石油的催化裂化、重整等反应，广泛采用过渡元素作催化剂；用铁、镍熔剂作催化剂，使石墨在高压和高温下转

化为金刚石；特别是近年来发现少量稀土元素，能大大改善催化剂的性能。

③农药多数是含 As、Cl、S、N、P 等元素的化合物。

④矿物的寻找：地球上化学元素的分布与它们在周期表中的位置有关。科学研究和科学实验发现：原子量较小的元素在地壳中含量较多，原子量较大的元素在地壳中含量较少；奇数原子序数的元素较小，偶数原子序数的元素较多。处于岩石深处的元素多数表现为低价，处于地球表面的元素多数表现为高价；碱金属一般是强烈的亲石元素，主要富集于岩石圈的最上部；熔点、离子半径、电负性大小相近的元素往往共生在一起，同处于一种矿石中。在岩浆演化过程中，电负性小的、离子半径较小的、熔点较高的元素和化合物往往首先析出，形成晶体，分布在地壳的外表面。有的科学工作者将周期表中性质

相似的元素分为十个区域，并认为同一区域的元素往往是伴生矿，这对探矿，找矿具有指导意义。

⑤耐高温、耐腐蚀的特种合金材料的制取：在周期表里从ⅢB（第三副族）到ⅥB（第六副族）的过渡元素，如铬、钼、钨、钛、钽，具有耐腐蚀、耐高温等特点。它们是制造特种合金的良好材料，是制造飞机、坦克、导弹、火箭、宇宙飞船等的不可缺少的金属。

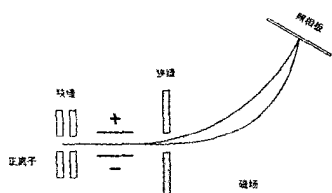
同位素——揭示元素新奥秘

1910年，科学家约翰·汤姆逊发现：带电气体原子（离子）受电场或磁场影响发生偏转时，能够对它们的质量加以测定。在同一个正电荷的作用下，较轻的原子比较重的原子更大地偏离它们的轨道，正如从旁边刮来的风，把乒乓球吹离轨道的距离比同样体积但更重一些的橡皮球更远一些。汤姆逊采用这个办法能比以往更加精确地测定不同元素的原子量。

汤姆逊让偏转的气体离子（带正电的气体原子）落在照相底片上。在洗印底片时，他发现离子触及的地方有一道黑线。当他开始测定惰性气体氖的原子量时——照以往方式计算，其原子量是20.2。而这次发现底片上有两道黑线。第一道表明原子量是20，第二道表明原子量是22。这是一个惊人的发现：以往人们总认为同一个元素的所有原子是完全相同的，现在看来，氖元素是由两种原子构成的，它们被确定具有相同的化学性能，但是重量不等，因此具有不同的原子量。这就是同位素。

后来，英国放射化学家、牛津大学教授索迪根据以上实验

事实，提出了以下假设：“存在有原子量和放射性不同但物理和化学性质完全相同的化学元素的变种，这些变种应该处于元素周期表的同一个位置上，因此把它们命名为同位素（指同一个位置）。’同位素的发现，使元素周期表的范围扩大了许多，使人类认识并可以利用的化学元素的实



阿斯頓利用质谱仪研究同位素，发现氖、氩、氦、氯等元素都有同位素存在

际数量增加了很多倍。因此，同位素的发现被认为是 20 世纪自然科学的重要成果之一。索迪也因此而获得了 1921 年诺贝尔化学奖。

过了一年之后，随着更多的放射性同位素的出现，索迪进一步指出：“一种化学元素有两种或两种以上的同位素变种的存在可能是普遍现象，也就是说，非放射性元素也会有几种稳定的同位素。但是，要识别稳定同位素，就需要找到一种能将质量不同的同位素彼此分离并分别称量的方法。”

1919 年，索迪提出的难题由英国物理学家、剑桥大学教授阿斯頓解决了。他设计了一台质谱仪。

阿斯頓利用质谱仪研究同位素，发现氖、氩、氦、氯等元素都有同位素存在。随后，他又在 71 种元素中发现了 202 种同位素。同位素用途很广，大致可分为两类。一类是利用其辐射、核磁矩等核性质，一类是基于同一元素所有同位素化学性质相同这一事实。因此，阿斯頓被世人称为“同位素猎手”。

放射性元素

1896 年，在法国物理学家贝克勒尔的实验室里，发生了一件怪事：抽屉里的一卷包得好好的照相胶片，莫名其妙地感光了；旁边的一瓶荧光物质——硫化锌，也“无缘无故”地射出浅绿色的光芒。

这是谁在捣蛋？

贝克勒尔像大海捞针似的开始寻找原因。最后，他的视线落到了抽屉里的一瓶黄色晶体上。谜底终于解开了！经过研究，贝克勒尔发表了论文：这种黄色的晶体——硫酸铀酰钾，具有一种奇妙的性质：它能发出看不见的射线，使照相胶片感光，使荧光物质发出荧光。

贝克勒尔的研究引起了居里夫人的注意。她与丈夫彼埃尔·居里经过艰苦工作，终于在 1898 年发现了两种新的元素——钋与镭，它们能够发出比铀更强的放射性射线。于是，人们把铀、钋、镭等能自发放出射线的元素叫做放射性元素。不久，一些天然的和人造的放射性元素，随着科学技术的发展也逐渐被人们一个个地发现。

放射性元素发出的看不见的射线是非常厉害的，当它的强度超过一定程度时，能杀死细胞、损害身体。贝克勒尔自己就吃过“苦头”：一天，他出去讲演，顺手把一管镭盐装在口袋里。可是，过了许多天以后，在曾靠近镭管的皮肤上出现了红斑，原来是镭的射线灼伤了他的皮肤。彼埃尔·居里为了探索放射性元素的秘密，曾拿自己的一个手指做实验：让手指受放射性射线照射，起初发红，随后就出现了溃疡与死肉，经过几

个月才完全痊愈。居里详细地记述了这一切。

除了镭以外，现在人们常用钴 - 60、碘 - 132、磷 - 32 等放射性元素的射线，来治疗肿瘤病。人们还利用这些放射性元素作“示踪原子”：如果内服或注射极少量的放射性元素，这些射线就能透过身体的表层组织，向外边的“放射性射线指示器”报告它在什么地方。于是，医生就可以知道，你什么地方有病变。放射性物质不仅能用来治病，还可用于生产上，例如示踪原子可以用来测定炼钢过程的时间、合金的结构、水管检漏、勘探地下水等等。

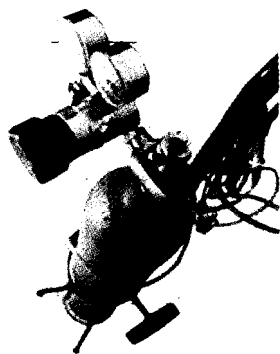
氧气的发现

火与人类的生活密切相关，火的使用是人类进步文明的一个重要标志。希腊神话中说：火是由普洛米修斯从太阳那里盗窃来的。虽然这只是故事，但很久以来人们的确不清楚火究竟是怎么回事，有些物质为什么会燃烧。

到了 17 世纪，随着冶金工业和化学工业的发展，人们更频繁地使用各种燃烧手段，这就更迫切地需要弄清燃烧的本质。

德国有两位著名的医生贝歇尔和斯塔耳，由于工作需要，他们对燃烧现象进行了系统的观察和研究，于 1703 年提出了燃素学说。他们认为，一切可燃物如木材、磷、硫等都含有燃素，不可燃物如石块、黄金皆不含燃素。当可燃物燃烧时发出光和热，就被认为是可燃物的燃素逸出，他们依此得到一个公式：

$$\text{可燃物} - \text{燃素} = \text{灰烬}$$



氧气瓶

用这个公式可以轻而易举地解释许多化学现象。纸张、木材、油类之所以易燃，因为它们都含有大量燃素。物质含的燃素越多，燃烧就越旺。油类里含的燃素最多，所以就比木材、纸张燃烧得更剧烈。石头、黄金等不含燃素，所以不能燃烧。但燃素说却无法解释金属灼烧后质量增加这一事实。

在探索燃烧本质的过程中，瑞典化学家舍勒和英国化学家普里斯特利是两位不屈不挠的勇士。

1742 年舍勒诞生于瑞典一户贫苦人家，他的兄弟姐妹很多，更增加了家庭经济困难。因无钱上学读书，14 岁他便到一家药店当学徒，开始自食其力的生活。但是舍勒聪明好学，又有坚强的意志，在三年学徒中，他自学了当地图书馆里的全部化学书籍。这大大充实了他的基础知识，扩大了他的视野，使他了解了当时化学研究的一些重大问题。舍勒还有一个很大的优点就是对实验有浓厚的兴趣，非常喜欢动手做实验。他常常将制药中的问题通过实验去解决。

1771 年秋季的一天，舍勒在实验室里正埋头做制取硝酸的实验。他把硝石（硝酸钠）和矾油（浓硫酸）放入曲颈甑里进行高温蒸馏，并用盛石灰水的猪尿泡吸收放出来的棕色气体。他无意中把点燃的小蜡烛伸进猪尿泡，可是烛火不但没有熄灭，反而发出耀眼的光芒，这可把舍勒吓了一跳。他苦苦思索，反复实验，结果都一样。于是他得出一个结论：猪尿泡里

还有一种未知的无色气体。

舍勒继续用其他药品进行实验，如加热硝石、硝酸汞或把二氧化锰与浓硫酸混合加热，都可以制得能使点着的小蜡烛发出更亮光芒的神奇的气体。舍勒把这种神奇的气体取名为“火气”。接着他又做了许多实验，发现“火气”在空气中也有，且占空气体积的 $\frac{1}{5}$ 。

但由于舍勒受燃素说的影响太深，没能越过陈旧的观念，他把燃烧仍解释为空气中的“火气”与可燃物中“燃素”结合的过程。于是，本可以发现的关于燃烧的新原理却悄悄地溜走了。

无独有偶，正当舍勒精心做自己的实验的时候，英国人普里斯特列也在做他的探索实验。

1733 年普里斯特列生于英国黎兹城的郊外。他的父亲是个裁缝，家中生活也很贫困，他一度辍学打工。成年以后，生活迫使他当了一名牧师。艰苦的环境使他养成了许多优良品质，如爱学习，珍惜时光等。1766 年，他遇见了著名美国物理学家富兰克林，受其教诲，决心献身自然科学的研究，从此他对空气产生了兴趣。



空气中有氧才能维持我们的生命

1774 年 8 月 1 日上午，天气特别好，晴空无云，他的实验室也显得格外明亮。他的心情特别愉快，因为他前一天刚收到朋友瓦尔泰尔送来的一包红色三仙丹（氧化汞），他想用聚