

少年文库

少年儿童出版社



蜡烛的故事

法拉第 著

蜡烛的故事

麦·法拉第著 黎 金译

少年儿童出版社

内 容 提 要

英国化学家法拉第在 1860 年年底时，为少年儿童举办了一个化学讲座，讲解蜡烛在燃烧过程中的种种化学变化。法拉第边讲边实验，详细地阐明了氢、氧、氮、水、空气、二氧化碳等物质的特性和相互关系。

本书就是他当时的讲稿，经过整理后出版。我们读后，可以理解一些自然现象的基本原理。

蜡 烛 的 故 事

麦·法拉第著 黎 金译

少年儿童出版社出版

商务印书馆上海发行所发行

(上海延安西路1538号)

江苏吴江伟业印刷厂排版

商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 787×1092 1/82 印张 3.625 插页 2 字数 67,500

1962年5月第1版 1990年1月第2版第6次印刷 印数 222,601--232,000

ISBN 7-5324-0702-0/N-35(儿)

定价: 1.50 元

译者的话

本书是十九世纪英国化学家和物理学家迈克尔·法拉第在1860年年底时,为少年儿童举办的一次化学讲座的讲稿。它从蜡烛的制造谈起,围绕蜡烛燃烧时经历的化学过程,详尽地阐述了氢、氧、氮、水、空气、碳与二氧化碳等这些日常生活中无时不与我们同在的物质。并且象剥笋那样,一层层地揭示和剖析,用许多生动具体的实验加以引证。我们读了以后,对了解日常所见的一些自然现象的基本原理有所帮助。

应该指出的是,本书是一百多年前的讲稿,受历史条件限制,对问题的论述当然有不足之处。譬如,当时人们认为空气是由氧和氮所组成,还不知道其中含有氩、氦、氙等稀有气体。但总的说来,对我们学习化学的一些基本知识,仍有一定的参考价值。

目 录

译者的话

第一讲..... 1

蜡烛：火焰——它的来源——结构——变化——亮度

第二讲..... 21

蜡烛：火焰的亮度——燃烧需要空气——水的生成

第三讲..... 37

产品：燃烧生成的水——水的性质——一种化合物——氢

第四讲..... 56

蜡烛中的氢——氢烧成水——水的另一部分——氧

第五讲..... 73

空气中的氧——空气的性质——蜡烛燃烧时的其他产品——碳酸气和它的特性

第六讲..... 95

碳或碳质——煤气——呼吸及其与蜡烛燃烧的共同点——结论

第 一 讲

蜡烛：火焰——它的来源—— 结构——变化——亮度



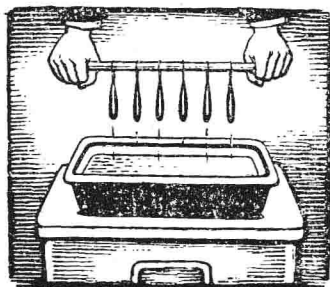
为了答谢大家光临报告会的盛意，我想利用这几次讲座的时间，谈谈关于蜡烛的化学变化问题。这个问题，以前我虽然曾经讲过一回，可是我还想讲，如果可能，愿意每年讲它一遍。因为这样的题材太引人入胜了，它为科学的各个领域，揭示了如此丰富多彩、如此奇异美妙的境界，所有支配天地万物的法则和定律，在这里都有所引用，都一一涉及到了。把研究蜡烛的各种理化现象，作为深入探讨自然科学的初步入门，是最理想最方便的做法。所以，这次不谈其他较新的问题，仍旧选用这个题目，我相信还不致会叫大家失望，因为别的新鲜题材即使非常吸引人，也不如这个题目来得好。

在开始讲正文之前，有一点还要说明一下：尽管这个主题牵涉的范围很广，同时，我们也想以认真、严肃和从事科学研究的态度来对待它，但对在座的老同事们说来，仍然是

不合适的。我的要求是如跟一群小伙伴们谈心那样，在这里发言。过去我是这样做了，假如大家允许，我还愿意这么做。因为这样一来，我虽然明明知道自己是站在大庭广众面前讲话，但也能象谈家常似的，毫无拘束地畅所欲言了。

闲话少说。现在我先给大家介绍，蜡烛是用什么制成的。说起来，有些蜡烛叫人觉得非常奇怪。这儿有几块木头，一些树枝，它们的可燃性都是非常强的。还有，你们看，这块怪里怪气的东西，是打爱尔兰泥炭坑里掘出来的，名字叫“烛木”，是一种质地坚硬的上等木材。它烧起来跟蜡烛一样，光度很亮，所以当地人就把它劈成小块儿照明用。我认为，用这种木头来说明蜡烛的一般特性，真是最生动、最具体的形象化教材。现在，燃料有了，使这种燃料发生化学作用的媒介也有了，再在发生化学作用的地方，渐次不断地供以定量的空气，于是，一小块这样的木头，就会一下子发出热和光来，实际上就是一支天然烛。

不过，按照题目的性质，我们必须以市场上供应的那些人造烛为对象。请看，这儿的两支人造烛，就是通常所谓的



蜡烛。这种蜡烛的做法，是把切成一定长度的棉纱烛芯，一头打上个活结，吊着放在熔化的牛脂里浸浸，然后提起来凉凉，再放到牛脂里浸浸，这样反复不断地进行下去，直到烛心

周围粘聚了足够的牛脂以后，蜡烛也就做成了。为了让大家对这种蜡烛的特点有个明确的概念，我想把手里拿的这几支说明一下。你们看，这几支蜡烛非常小，模样儿挺有趣，是过去的煤矿工人用的，如今有些矿上还在用。在从前，矿工下矿井采煤，都是用自备的蜡烛，而且他们还认为，用的蜡烛越小，越不容易引起矿井瓦斯的爆炸。由于这种想法，再加上要省钱，他们就用上了这号分量极轻的小蜡烛，几十支合起来，才有一磅（1磅合0.4536千克）重。后来，这号小蜡烛让位给了一种油灯，再往后，又叫各式各样的安全灯接班了。我这儿还有一支蜡烛，是在英皇乔治号上弄到的^①。这条船沉没了很多年，一直受着海水的浸蚀，因此我们也可以看出，蜡烛具有多么良好的耐久性。瞧，它虽然已经满身纹路，破裂不堪，可是一点起来，照样燃烧得挺正常，烛油一融化，也马上恢复了它的本来面目。

有个朋友给了我一些漂亮的蜡烛样品和原料，我也想在这儿谈一谈。依我看，蜡烛的制造，开头都是用动物脂肪——牛脂做原料的。后来，人们又把动物脂肪制成了这种美妙物质，叫做硬脂。喏，大家看，放在旁边的那块就是。我们知道，用硬脂制成的蜡烛，可不象一般的牛油烛那样，油腻腻的，而是非常干净，即使把淌下来的烛泪刮成片，碎成粉，也不会弄脏什么东西。硬脂的制造法大致分以下几个步骤：先把脂肪或牛油与生石灰一起烧沸，制成肥皂似的

^① 英皇乔治号邮船是1782年沉没的，到1839年才被打捞上来。因此，作者提到的这支蜡烛，受海水浸蚀的时间，约在五十年以上。



糊状物，再用硫酸进行分解，除去其中的石灰，留下的脂肪便成了硬脂酸，同时产生一定分量的甘油。甘油是一种类似麦芽糖的东西，是在这次化学变化中从牛油里诞生出来的。它跟硬脂酸混合在一起，所以必须把它们分开，把混合物

中的油质压出来；你们看看这些压过的饼子，就可以知道当压力越来越大的时候，随着油质的流出，所有的杂质也一古脑儿压了出来，这时候，再把最后剩下的东西熔化一下，即能浇成象我手里拿的这种蜡烛了。我手里拿的是支硬脂蜡烛，是用牛油里提炼出来的硬脂，通过上述方法制成的。大家再看，这支叫鲸脑油烛，是用纯净的抹香鲸的脑油做的。另外，黄蜂蜡和纯蜂蜡也可以做蜡烛。这儿还有一种有趣物质名叫石蜡，好些石蜡蜡烛就是用爱尔兰泥炭地里的石蜡制成的。此外，有位好朋友送给我的一样东西也可以让大家看看，这东西来自遥远的日本，也是蜡的一种，它为蜡烛制造提供了新的原料。

这些蜡烛到底是怎样制成的呢？关于把烛芯放在油里浸的方法，我在前面已经讲过了，现在来谈谈模制法。我们先作这样的假设，这些蜡烛都是用可浇的材料做成的。“浇！”大家也许会说，“蜡烛是可以熔化的东西，既然能熔化，也一定能浇。”其实不然。说来也真叫人奇怪，在生产的发展过程中，在为达到一定目的而考虑用什么办法最为适当的问题上，事物的演变往往是料想不到的，老想用浇的方法做蜡烛也是不可能的。譬如用蜡来浇，就别想浇得成，非采用特殊办法不可。这种特殊办法只消一两分钟就可以交代清楚，可我不能再在这方面多费时间了。一句话，蜡这种东西，不但利于燃烧，而且极易熔化，所以没法浇。

现在，让我们拿一种可浇的物质来谈。这是一具框架，里面嵌了一些固定的模子，第一道手续是在这些模子里穿上根烛芯。这是根用不着剪烛花的^①棉纱烛芯，用细铁丝支着一直通到模子下面，再用小木钉把它钉在模子底下，紧紧拉住，同时小木钉又堵住了模底的小洞，倒烛油的时候就不会漏出去了。模子上端横放一根小横梁，紧拉着烛芯，让它固定在模子里，然后将熔化的烛油注满各个模子。过相当时间，乘模子半冷半热的时候，把多余的烛油倾入一个角落里，全部清除干净，再将一个个烛芯尾巴剪掉。这时候，留在模子里的只是一支支蜡烛，只要象这样翻过来一倒，便全部滑落出来。因为蜡烛是圆锥形的，上细下粗，加上温度降低，体积缩小，所以只消轻轻一摇，马上跟模子分了家。硬

^① 烛芯上加点硼砂或磷盐后，即能随烧随熔，不致结生烛花。

脂蜡烛和石蜡蜡烛也是用这种方法制成的。至于用蜡来做蜡烛，说起来更为有趣。大家看这儿，一只大框架上吊着好些棉线条儿，每根棉线条尾巴上都套了个金属箍，为的是不让这个地方有蜡粘上。现在，我把它们挪到熔蜡加热器跟前，瞧，这个大框架还会打转转儿，它一边转，一边有人拿着蜡壶挨个儿给棉线条浇蜡。头一轮浇好了，让它们凉凉透，再依次序浇第二遍，这样一轮轮、一遍遍地浇下去，直到蜡烛的粗度适合要求为止。这种做法，活象是在一件件地给棉线条穿衣服，一点点地喂它吃东西，等到穿足了，吃饱了，够粗了，就取下来另外放开。这样的蜡烛，我身边有几支样品；也是别人送给我的。这一支是半成品，因为从框架上取下来的蜡烛，还需要在平滑的石板上好好搓滚搓滚，加加工，整整外形；圆锥形的顶部，是用同样形状的管子浇成的，最后再把底座切一切，修整一下就行了。用这种办法制造蜡烛，轻重大小，可以随心所欲，非常灵活方便。

好了，我们决不能再花时间光谈蜡烛制造了，我们必须深入一步看问题。关于蜡烛身上的奢侈品，我还一字没提哩，而这种奢侈的现象，在蜡烛身上的确是存在着的。请看，这些蜡烛的颜色多漂亮，有紫红的，有桃红的，凡是最新用的化学色彩，全搬到蜡烛身上来了。不仅如此，在蜡烛的造型方面也采取了多种多样的形式：这一支是凹槽柱形的，模样儿美极了；这几支别人送给我的，上面装饰着各种图案，一点起来就会使人觉得，活象头上出了个红艳艳的太阳，脚下摆了盆香喷喷的鲜花。这些蜡烛，虽然制工精巧，

式样美观，可是并不实用。比方这支有凹槽的，尽管很漂亮，但却是蜡烛里的下等货，其原因也正是由于它的外形。我把许多好朋友送给我的这些蜡烛样品拿给大家看，目的无非是想让大家了解，在蜡烛制造的各个方面，人们已经取得了哪些成就，还应该作哪些努力。

现在来谈蜡烛的发光问题。我先在这儿点上一两支，叫它们燃烧起来，发挥一下特有的作用。可以看出，蜡烛和油灯有很大的不同，用油灯，只要在油灯里装点油，放上点灯草，或是放根棉线条儿，用火把灯芯头一点就成了。当火焰顺着棉线条儿烧到灯油那儿的时候，火就熄灭了，不过上面一部分仍在继续燃烧。谈到这里，我想大家一定会问：灯油自己不着火，又怎么会跑到灯芯头上烧起来了呢？这个问题我们得马上研究，可是蜡烛的燃烧，要比这个问题奇妙得多。蜡烛是一种固体物质，也无需用东西把它装着，你们说，这种固体物质怎么会跑到火焰那儿去的？既然是固体，不会流动，怎么又能往上跑？就算它变成了液体，又怎么会聚在一块儿不流开来？蜡烛的奇妙之处就在这些地方。

我们会场里的风很大，这对我们的讲解有利也有弊；为了使事情正常一些，把问题简化一下，我打算让蜡烛的火苗儿保持稳定状态，因为在研究一个专题的时候，对与题无关的困难谁能避开不管呢？我看见市场上有些卖青菜、土豆和鲜鱼的小商贩，他们在星期六晚上做生意的时候，想出了一个蜡烛遮风的办法，想得非常聪明，使我敬佩不已。他们把蜡烛放在一只玻璃灯罩里，玻璃灯罩拴在一种柱架上，要

上就上，要下就下，可以自由移动，非常灵便。采用这种办法，就能使蜡烛的火苗儿保持稳定状态，就可以坐在家里仔仔细细地进行观察研究，我希望大家也这样试试。

现在，我们来观察这支已经点了一小会的蜡烛。首先，你们看，在蜡烛顶部，在火焰与烛身接触的地方，已经极其明显地烧成了一只杯子的形状。当空气流近蜡烛的时候，由于受到蜡烛产生的热



于受到蜡烛产生的热流冲力影响，它便改变方向往上流动，这样就使四边的蜡、牛油或其他燃料冷却下来，以致蜡烛边缘上的温度比中间部分的低了很多。火焰顺着

烛芯尽量往下燃烧着，融化了蜡烛的中心部分，但它的外围却并不融化。假如我在一边微微吹动烛火，杯口就会倾斜破裂，烛油也要外流，因为使烛油保持水平状态的，正是那股保持万物各守本位的地心吸力，如果杯子一旦失却平衡，蜡烛当然要去往外淌蜡了。因此，我们可以看出，杯子的形成，是由于蜡烛四周受到了非常均匀的上升气流的影响，从而使它的外围部分一直保持着冷却状态的结果。凡在燃烧时不能形成这种杯子的可燃物，都不适于用作制造蜡烛的材料，只有象爱尔兰烛木那样的燃料是例外，因为这种物质如同海绵一样，本身就包含着好多燃料。

说到这里，我们也就可以明白，刚才看过的这些精巧漂亮的蜡烛，为什么用起来会那么糟糕。原来这都是一些花里胡哨的、形状极不规则的蜡烛，因此在燃烧的时候，便无法形成平整美丽的杯口，而这样的杯口，恰恰又是蜡烛身上最最美好的东西。通过这一事例，希望大家都能认识到，一种产品的完美与否，决定于它的实用价值，实用价值是产品的美美之处。对我们说来，最方便最有利的，不是那些模样儿最漂亮的，而是用处最大、实用价值最高的东西。这支蜡烛看起来非常漂亮，点起来就糟糕得很，因为气流不规则，形成的杯口就不好，杯口不好，就一定会四处淌蜡。下面这种精彩镜头我想大家准会遇见的：当蜡烛边上烧出一条小沟的时候，上升气流便使开沟的地方变得特别粗。蜡烛在不断往下烧，开沟处的淌蜡也越积越多，终于形成了一根小柱子，牢牢地粘在蜡烛边上。蜡烛越点越矮，小柱子就越来越高，冷空气也越容易往它那儿跑，也益发降低了它的温度，使它对近处传来的热力作用，具备了更强的抵抗力。古语说得好，吃一堑，长一智，我们在蜡烛身上造成的严重错误和缺点，也和在其他方面所犯的过错一样，常常给我们带来一些宝贵的教训；而这些教训，假如不通过具体实践，是不可能取得的。因此，我希望大家要牢牢地记住这一点：在工作和学习上，在日常生活中，不管碰到什么样的结果，特别是新的结果，就应该立刻追问：“什么原因？为啥这样？”而这些问题，随着时间的推移，有朝一日，自会水到渠成迎刃而解的。

那么，烛油怎么会脱离杯子，顺着烛芯跑到燃烧点那儿去的呢？想解决这个问题，有一点还需要说明一下。大家知道，用蜂蜡、硬脂或鲸脑油制成的蜡烛，它那燃烧着的烛芯上的火苗儿，都能固守着自己应有的地盘，不致往下蔓延，造成烛身熔化的局面。它和下面小杯子里的烛油，总是保持着一定距离，决不侵犯烛顶杯子拥有的领域。一支蜡烛，从点着开始到全部烧光为止，各个部分之间的相辅相成，达到了这样和谐的程度，要叫我再想出个比它合作得更好的例子来，我实在是无能为力了。象蜡烛这样的可燃物，居然也会慢慢儿地、一点点地烧掉，一直不受火焰的扰乱，的确是种异乎寻常的奇观；特别是我们已经懂得了，火焰这家伙具有多大的威力，蜡到了它手里，将受到怎样的摧残，如果跟它挨得很近，蜡也马上会被弄得面目全非的。

这么一说，烛焰的燃料又是怎么到手的呢？这里有种非常有趣的现象，叫做“毛细管引力”^①。“毛细管引力！”可能有人要叫了，“毛也有引力！”我看先别去钻它的名称吧，这个名字还是老早取的，那时候，人们对这种引力还缺乏真正的认识哩。我们只要明白，就是这种大家管它叫毛细管引力的力，把烛油运到了燃烧的地方，使它在那儿储存起来；并且还不是粗枝大叶，随随便便运的，而是极其巧妙地送进了火焰四周发生化学作用的正中心。现在，我想给大家举

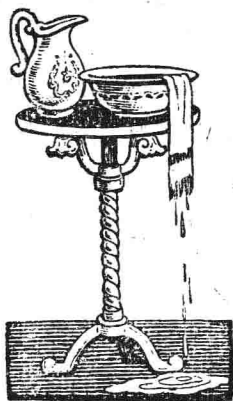
^① 一种能使液体在细管内上升或下降的力。如将细玻璃管插入装水的容器中，管内水面会高出容器水面，这是由于玻璃和水之间的吸引力，大于水分子之间的吸引力。如容器中装的是水银，则玻璃与水银之间的吸引力小于水银分子之间的吸引力，管内水银面反比容器中的为低。

一两个毛细管引力的具体例子。我们知道，毛细管作用，或者是毛细管引力，可以把两种不相溶解的东西联系在一起。比方我们洗手，一碰到水，两只手就湿了，然后使上点肥皂，搓搓，手还是湿漉漉的，这种情况，就是我要讲的毛细管引力造成的。假如你的手不脏，你只要把手指头伸进水里，水就会顺着手指往上爬一小段路，虽然你不会去做上个记号检定它。

大家再看，这儿有只盘子，里面放了根食盐柱，是一种可渗透性物质。等会儿我还要把一种液体倒进盘子里，这种液体不是水，而是呈饱和状态的食盐溶液。所谓饱和，意思就是已经“吃饱”了，不能吸收更



多的东西了，因此下面出现的情况，便不应认为是溶解的结果。我们姑且这样假设：盘子好比蜡烛，食盐柱譬如烛芯，食盐溶液呢，当它是融化了的烛油（我已经把它染成蓝色，好让大家看得清楚些）。现在我把食盐溶液往盘子里一倒，它就顺着食盐柱一点一点往上爬，越爬越高，要是食盐柱不倒下来，就能一直爬到顶。假如这种蓝色溶液是可燃性的，而我们又在食盐柱顶上安了根烛芯的话，那末，当溶液跑进烛芯的时候，用火一点它就会燃烧起来。能够眼睁睁地望着这种景象产生，能够亲身观察它那奇妙的前因后果，的确是件极其有趣的事。你洗好手以后，拿条毛巾把手擦擦干，毛巾呢，



由于毛细管引力作用，吸收了你手上的水分，弄湿了，烛芯的被烛油弄“湿”，也是同样情况。我看见有些冒里冒失的孩子，他们洗好手以后，抓条毛巾揩了揩，往脸盆边上一搭就跑了。好，这一搭不要紧，没过多久，毛巾就把脸盆里的水吸了出来，转运到地板上去了，因为它被搭得不偏不倚，正好可以发

挥虹吸管^①作用。

上面举的例子，可以帮助我们更清楚地看出，物质与物质之间的相互作用。这儿有根装满水的铁丝纱管子，它的作用，一方面可以跟棉花比美，另一方面也能与细布较量。事实上，有些烛芯就是用一种铁丝纱做成的。大家一看就知道，这根铁丝纱管子满身都是小洞眼儿，假如我朝管子顶上倒一点水，它马上打管底漏了出去。可是，如果我这样问大家：倒了水以后，管子到底是什么样子？管子里有什么？它怎么会在管子里的？大家也许会楞上好一阵子，说不出个所以然来。其实，管子里的确都是水，尽管你眼瞧着水倒进去，漏出来，好象仍然是空的。理由也很简单：铁丝纱被水打湿以后，便保持着湿的状态，而铁丝纱上面的洞眼又非

^① 液体能自动从液面高的容器中，通过管子流入液面较低的容器里去的现象叫做虹吸，那根管子就叫虹吸管。虹吸现象是大气压力的作用。