

化学实验室

21世纪少年百科丛书



太阳元素的发现

郭正谊 编著



内 容 提 要

太阳元素就是氦，它首先在太阳上被发现，后来又在地球上多次被找到，这是化学家、物理学家、天文学家、地质学家共同的功绩。本书讲氦被发现和被认识的曲折离奇的过程，讲这些科学家的活泼的思想方法，严肃的实验态度，不知疲倦的探索精神。

责任编辑：杨永源 王信予

插 图：韩 伍 林 禽 张中良

目 录

能知道太阳的组成吗?——	1
本生和他的灯——	3
彩色火焰之谜——	6
物理学家的建议——	8
方和斐发现了什么?——	10
谜解开了——	14
大搜查——	18
又解开了一个谜——	21
太阳元素——	25
一封读者来信——	29
这次是化学家来帮忙了——	32
科学怪人和小气泡——	34
重找小气泡——	39
第三位小数的胜利——	44
从天上来到人间——	47
新任务和新问题——	52

需要把空气变成液体	54
制造冷	57
意外的收获	59
在空气中找到了氮	63
空气里的新家族	65
到处找氮	69
看不见的射线	71
镭射气	74
氮的诞生	77
地质学家的时钟	79
地球能比太阳年龄大吗?	83
太阳烧的是什么?	85
战场上的氮	88
飞艇的过去和未来	91
液态氮	94
漏液氮的杯子	97
魔术世界	100
结束语	102

能知道太阳的组成吗？

在这本书中要讲一种物质。这种物质最初是在太阳上发现的，后来才在地球上找到。自从发明了望远镜，人们用望远镜研究太阳，看清楚了太阳表面的光斑和黑子，日全食的时候，还可以看到从太阳表面喷出的巨大的火焰——日珥。但是太阳的化学成分是什么，单靠望远镜是看不出来的。

1825年，有一位法国哲学家，名叫孔德，他在他的哲学讲义中武断地说：“恒星的化学组成是人类绝对不能得到的知识。”他的话似乎有点道理。太阳虽然是最近的一颗恒星，但是离我们也有一亿五千万公里。谁能飞到这样远的太阳上去取一些物质回来，在化学实验室里做分析呢？况且太阳表面的温度就有6000摄氏度，这是无论如何做不到的。

然而，这位哲学家的结论下得早了一点。1859年，就在孔德死后不到三年，一位化学家和一位物





理学家合作，发明了一种很巧妙的方法，可以不用离开地球，就能够测定太阳、恒星等遥远的天体的化学组成。

这位化学家是本生，这位物理学家是基尔霍夫。他们发明的方法叫做光谱分析。



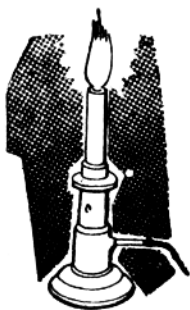
本生和他的灯

本生是德国人,1830年,他大学毕业时,才十九岁。以后,他除了在大学教书,还研究鼓风机顶上冒出来的气体,创立了气体分析的方法。1854年,汉堡市开办了煤气工厂,本生的实验室里也装上了煤气。本生发明了一种新式的煤气灯,可以很方便地调节火焰的大小和温度。这种灯,现在的化学实验室中还在使用,大家管它叫本生灯。

故事就是从本生的灯开始的。

本生灯燃烧得最好的时候,温度能达到 2300 摄氏度,火焰几乎没有颜色。有时候灯没有调节好,火焰会缩到灯管里去,铜制的灯管烧红了,火焰就变成了蓝绿色。而在灯上弯玻璃管的时候,玻璃管烧红了,火焰又变成黄色。这些现象引起了本生的注意。他开始研究各种物质在灯上烧的时候,焰色会发生什么变化。

本生用白金镊子夹了一粒



普通的食盐，放到火焰中烧，火焰立刻变成亮黄色，同时闻到呛人的氯气的气味——是高温把食盐（氯化钠）分解了。但是火焰为什么变黄呢？是氯的作用还是钠的作用呢？

为了搞清楚这个问题，本生选用了一些不含氯而含钠的化合物，例如纯碱（碳酸钠）和芒硝（硫酸钠）来做试验。如果这些物质也能使火焰变黄，就可以证明是钠起了作用。

结果正是这样。纯碱和芒硝一放到火焰中，火焰立刻变黄了。

最后，本生把金属钠放在火焰中烧，火焰也立刻变成亮黄色。这个决定性的实验，证实了使火焰变黄的确实是钠。

实验的成功使本生产生了新的想法：除了钠，别的金属是不是也能使火焰变色呢？他把实验室中所有的化学药品和金属，都一一做了试验。

本生发现，钾和钾的各种化合物使火焰变紫，而钡是绿色火焰，钙是砖红色火焰，锶是亮红色火焰，等等。

这是1858年秋天的事，他把这些发现详细地记在实验记录本中。

本生真高兴，他相信他已经发明了一种新的化学分析方法。这种方法不需要复杂的设备，操作又

非常简单,只要把需要分析的物质放在灯上烧一烧,看一下火焰的颜色,就能知道它含有什么金属。现在需要的是研究火焰的语言,弄懂各种彩色信号代表什么元素。



彩色火焰之谜

本生搜集了各种各样的化合物来做实验，他用一根白金丝，一端弯一个小圈。用这个工具沾上一滴溶液，就可以放到火焰中去烧。

本生根据他的实验记录编了一张表，列举了什么物质产生什么焰色，反过来也可以由焰色判定是什么物质。



信号表编好了，但是用起来并不那么简单，因为需要分析的物质不一定是纯粹的化合物。遇到混合物会怎么样呢？本生做了一些混合物的焰色试验，结果出现了这样的情况：

钠盐溶液——黄色火焰。

混有钾盐的钠盐溶液——黄色火焰。

混有锂盐的钠盐溶液——黄色火焰。

用三个灯同时烧这三种溶液，结果都出现黄色火焰，看不出任何差别。钠的黄色光太亮了，遮盖了钾的紫色光和锂的红色光。

本生没有灰心，他找来了各种不同颜色的玻璃片，透过有色玻璃去观察火焰。一块深蓝色的玻璃可以吸收掉钠的黄色光，透过蓝玻璃，看出了混在钠盐中的钾盐的紫色光，看出了混在钠盐中的锂盐的红色光。这有色眼镜帮了他的大忙。



但是问题并没有彻底解决。一种未知物质的溶液，能使火焰变成深红色。查查信号表：锂盐——深红色；锶盐——深红色。这未知物质是锂盐还是锶盐呢？分辨不清。本生找了各种颜色的玻璃，想用来区别两种深红色的火焰，但是他失败了。

就在这困难的时候，物理学家来帮忙了。



物理学家的建议

本生有个亲密的朋友叫基尔霍夫，是位物理学教授。他们俩经常在一起散步和谈心。

1859年初秋，本生在实验室中做焰色试验已经快一年了。这一天，本生跟基尔霍夫一起散步，他详细地讲了自己的实验和碰到的困难。

“分辨火焰的颜色！分辨火焰的颜色！……”基尔霍夫一边思索，一边喃喃地说。



基尔霍夫对物理学十分精通，他立刻想起了物理界的前辈牛顿首先研究过太阳光，用三棱镜把太阳光分成红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种颜色；他也想起了已经去世三十多年的德国光学专家方和斐，方和斐在四十五年前自己磨

制了石英的三棱镜，详细研究了太阳光和各种灯光的光谱。

基尔霍夫不但对方和斐的实验了解得很清楚，连方和斐亲手磨制的那块三棱镜，还保存在基尔霍夫的实验室中。

基尔霍夫沉思了一会，对本生说：“我是搞物理的。从物理学的角度来看，我认为应当换一个方法试试。那就是不要直接观察火焰的颜色，而应该去观察火焰的光谱。这就可以把各种颜色清清楚楚地区别开了。”

这是多么好的建议啊！

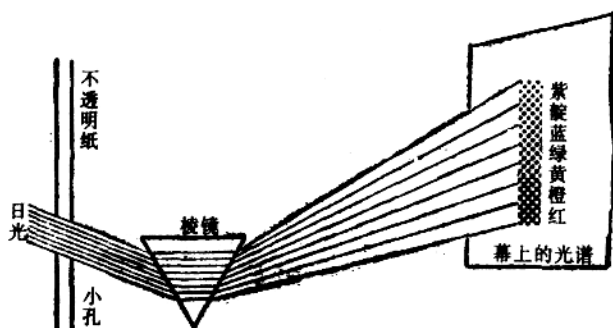
本生和基尔霍夫越谈越投机，一个物理学和化学合作的研究方案就这样定下来了。基尔霍夫回去准备实验应用的仪器。本生也回到自己的实验室，他把四面的窗户都挂上了遮光的黑布，准备迎接基尔霍夫和他的仪器。



方和斐发现了什么？

在没有讲本生和基尔霍夫的实验以前，我们先来讲讲 1814 年方和斐的实验。

方和斐在小黑屋子的窗板上开了一条狭缝，太阳光通过这条缝射进屋里，成为一条扁扁的光束。在光束经过的地方放上一块三棱镜。这条光束通过三棱镜，就变成了宽大的扇形，落在对面的墙上，成为从红到紫的各种颜色的光带，这就是太阳的光谱。原来太阳的白光并不是单色的，而是混在一起的各种颜色的光。不同颜色的光通过三棱镜，偏转



程度各不相同：紫色光偏转最大，红色光偏转最小，其他颜色的光的偏转程度在紫色光和红色光之间。正因为这个缘故，通过三棱镜的一束太阳光就被拆开了，变成按颜色排列的彩色光谱。



方和斐实际上在重复他的老前辈牛顿的实验，但是作了不少改进。他做了一条使光通过的狭缝；为了把光谱观察得更清楚，还用凸透镜做了一个窥管。方和斐研究了多种灯光的光谱。他本来想找一种只发出一种颜色的光的光源，这个目的没有达到，却发现了另外一些更重要的现象。

方和斐把一盏油灯放在狭缝外面，观察油灯光的光谱。他发现光谱带上有两条极其明亮的黄线，宽窄和狭缝一个样。不管怎样移动三棱镜的位置，转动窥管里的透镜，两条明亮的黄线依然存在。

方和斐拿掉油灯，换上酒精灯，还是有两条黄线；再换上蜡烛，两条黄线依然存在。不仅如此，只要三棱镜和窥管的位置不变，不管是什么灯光，两条黄

线总在老位置上。

应该再研究一下太阳光。方和斐用一面镜子，把阳光反射进狭缝。他在太阳的光谱中找那两条明亮的黄线。可是没有，却发现太阳光谱中有许多黑线。方和斐仔细数了数，黑线有五百多条，有的深些，有的淡些。他给那些最深的最清楚的黑线，用A、B、C、D、E等编了号。

看来，太阳光在黑线的位置上，少了某一些颜色的光。

经过仔细观察，方和斐发现灯光光谱中的那两条亮黄线，恰好落在太阳光谱中编号为D的那两条深黑线上，也就是说，位置恰好相同。

这真是怪事，灯光发出来的亮黄线，太阳光里恰好没有。但是，方和斐没能解释这是什么原因。

在方和斐以后，有不少人做了类似的实验。他们分析了各种光源，十之八九要出现这两条亮黄

