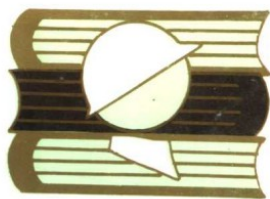


少年 百科 丛书

精选本



科学的发现(六)

——太阳元素的发现

郭正谊

shao nian baikecong shu jing xuan ben

- 全国第一套以少年为对象的大型丛书。
- 着眼于启发思想, 丰富知识, 培养能力, 引起兴趣。
- 被专家、学者誉为“通向知识海洋的窗口”, “哺育巨人的乳汁”。
- 1978 年出版以来, 累计印行 5000 万册。
- 原教育部曾发出专门文件向全国中小学生推荐。

少年儿童出版社

目 次



能知道太阳的组成吗?	1
本生和他的灯	2
彩色火焰之谜	4
物理学家的建议	6
方和斐发现了什么?	8
谜解开了	11
大搜查	14
又解开了一个谜	17
太阳元素	20
一封读者来信	24
这次是化学家来帮忙了	27
科学怪人和小气泡	29
重找小气泡	34
第三位小数的胜利	38
从天上来到人间	41
新任务和新问题	45

需要把空气变成液体·····	47
制造冷·····	49
意外的收获·····	50
在空气中找到了氮·····	53
空气里的新家族·····	55
到处找氮·····	59
看不见的射线·····	60
镭射气·····	63
氮的诞生·····	65
地质学家的时钟·····	67
地球能比太阳年龄大吗? ·····	70
太阳烧的是什么? ·····	72
战场上的氮·····	74
飞艇的过去和未来·····	77
液态氮·····	80
漏液氮的杯子·····	82
魔术世界·····	84
结束语·····	85

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。

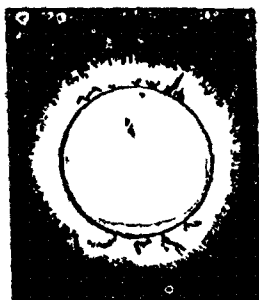


万物生长靠太阳。太阳是一个庞大的火球，给我们光和热。自从发明了望远镜，人们用望远镜研究太阳，看清楚了太阳表面的光斑和黑子，日全食的时候，还可以看到从太阳表面喷出的巨大的火焰——日珥。但是太阳的化学成分是什么，单靠望远镜是看不出来的。

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，在化学实验室里作分析呢？况且太阳表面



的温度就有摄氏 6000 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。

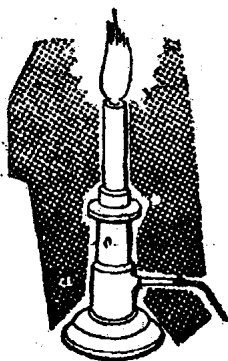
本生和他的灯

本生是德国人,1830 年,他在大学毕业,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，温度能达到摄氏 2300 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，都一一作了试验。

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作实验，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？本生作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，本生在实验室中作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！

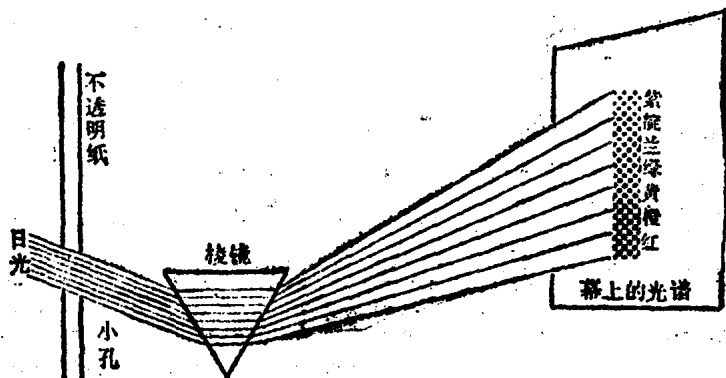
本生和基尔霍夫越谈越投机，一个物理学和化学合作的研究方案就这样定下来了。基尔霍夫回去准备实验应用的仪器。本生也回到自己的实验室，他把四面的窗户都挂上了遮光的黑布，准备迎接基尔霍夫和他的仪器。

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，还用凸透镜作了一个窥管。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。



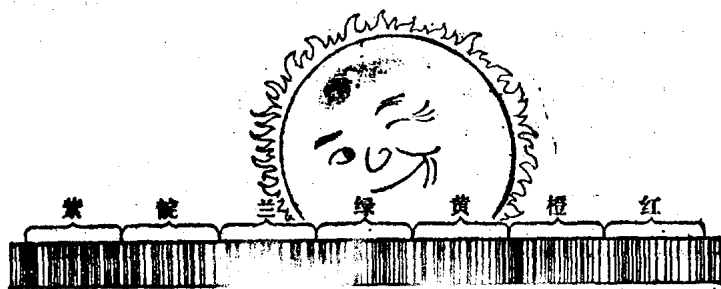
应该再研究一下太阳光。方和斐用一面镜子，把阳光反射进狭缝。他在太阳的光谱中找那两条明亮的黄线。可是没有，却发现太阳光谱中有许多黑线。方和斐仔细数了数，黑线有五百多条，有的深些，有的淡些。他给那些最深的最清楚的黑线，用 A、B、C、D、E 等编了号。

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，有不少人作了类似的实验。他们分析了各种光源，十之八九要出现这两条亮黄线。他们



又研究太阳光谱，找到了更多的黑线（后来人们把这种黑线叫做方和斐线）。但是他们和方和斐一样，都说不清楚这是怎么回事。

现在，轮到本生和基尔霍夫来作实验了。

谜 解 开 了

基尔霍夫带了他的仪器，来到本生的实验室。这套仪器是些什么样的宝贝呀？一块方和斐亲手磨制的石英三棱镜；一个直筒望远镜，已经被基尔霍夫锯成两截；还有一个雪茄烟盒，一片打了一道狭缝的圆铁片，都是一些最普通的东西。他们正是用这套简单的仪器，完成了伟大的科学发现。



实验的准备工作开始了。基尔霍夫在雪茄烟盒内糊上了一层黑纸，把三棱镜安装在烟盒中间。在对着三棱镜的两个面的位置上，把烟盒开了两个洞：一个洞装上望远镜的目镜的那半截，这是方和斐的窥管；另一个洞装上望远镜的另外半截，物镜在盒内对着三棱镜，朝外的筒口上盖着那开有细缝的圆铁片，这叫做平行光管。各部分都固定了，烟盒盖上了，世界上第一台“分光镜”就装配好了。

本生也没闲着，他在准备试料。试料有各种纯的金属，各种纯的化合物的溶液。几把白金丝作的小圈，也用硝酸洗得干干净净。

基尔霍夫先让太阳光射在平行光管的细缝上。在窥管中，他看到清晰的太阳光谱，还有那一条条黑色的方和斐线。仪器检查完毕，没有毛病。黑窗帘拉上了，本生点着了煤气灯，基尔霍夫把平行光管对准了煤气灯的火焰，实验开始了。



第一个试验就是食盐(氯化钠)。本生用白金丝沾了一粒食盐在灯上烧，火焰立刻变成黄色。基尔霍夫把眼睛凑到窥管口上。

“我看到两条黄线靠在一起。背景是黑的，只有两条黄线。”基尔霍夫说。

本生重复了他一年前的实验。苏打，芒硝，硝酸钠，各种钠

盐都试过了，结果都一样，黑的背景上有两条靠在一起的黄线，而且位置也不改变。看来，这两条黄线就是钠的谱线。

下一个实验是钾。本生用白金丝沾了钾盐去烧，火焰变成了淡紫色。

基尔霍夫看了几秒钟，说道：“在黑暗背景上有一条紫线和一条红线。当中的光谱连成一片，没有明亮的线条。”

实验在继续。

所有的锂盐都产生一条明亮的红线和一条较暗的橙线。

所有的铯盐都产生一条明亮的蓝线和几条红线、橙线和黄线。

总之，每种元素都产生几条特有的谱线，这些谱线都有固定的位置。

本生和基尔霍夫倒换着烧沾有各种物质的白金丝，倒换着看光谱。后来，本生装了一个架子把白金丝夹住，两个人在自制的分光镜前你看一眼我看一眼，一直看到眼睛都花了。

他们还不想休息，准备作一个新的实验。基尔霍夫揉着发酸的眼睛，在屋内走来走去。本生也一声不响，他把几种不同的盐混在一起。

实验开始了，本生用白金丝把混合的盐送到火焰中去，火焰立刻变成亮黄色。基尔霍夫趴在分光镜前仔细观察。

实验室内静悄悄的，最后，基尔霍夫说话了：“你掺在一起的有钠盐、钾盐、锂盐和铯盐。”

“对！”本生激动极了。他把白金丝夹在架子上，立刻跑过去看。光谱显示得十分清楚：两条靠在一起的亮黄线是钠的；那条紫线是钾的；红线是锂的；属于铯的那条蓝线也很清楚。

成功了！他们这时候的高兴劲儿是可以想象出来的。

他们创立了一种新的化学分析方法——光谱分析法。

大 搜 查

本生和基尔霍夫象着了迷一样，在实验室中夜以继日地工作。他们编制了各种已知元素的光谱表。凡是能到手的东西，他们都要放到灯上去烧一烧，看一看光谱，搜查里面到底有些什么元素。



光谱分析法非常灵敏，只要1毫克（千分之一克）