

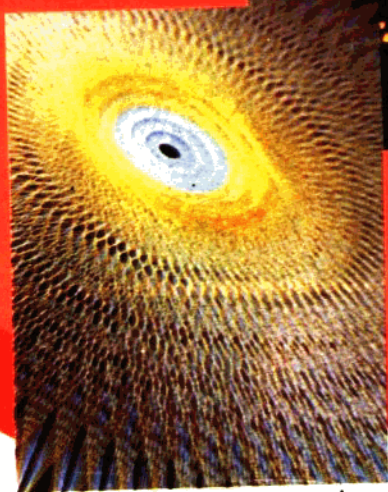
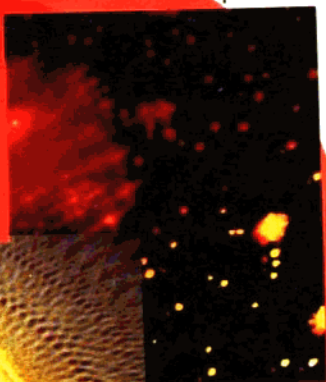
SFZKSY
ShiFenZhongKaiShiYe

寻找元素的指纹

SHIFENZHONGKAISHIYE

十分钟开视野

冯中平
明天出版社



前 言

少年朋友们，你对自己双手的指纹一定很熟悉，你可能还听过不少根据指纹破案的故事。可是如果告诉你，组成自然界的各种化学元素也都有自己的“指纹”，那你可能要吃惊了吧！

这是千真万确的。元素“指纹”的发现和应用，在科学史上是一件了不起的大事呢！

那么，元素的“指纹”是什么样的？

它是谁发现的？

它是怎样被发现的？

它有什么用处？

当你读完这本小书时，这一连串的问题都会随着书中一个个有趣的故事而找到答案了。

目 次

寻找元素的指纹·····	1
57——元素发现的尽头吗? ·····	3
希望的火焰·····	5
牛顿和他的三棱镜·····	8
神秘的“暗线”·····	12
回到焰色实验上来·····	14
新到任的化学博士·····	16
大受欢迎的本生灯·····	19
还是鱼目混珠·····	22
物理学家的建议·····	24
分光镜里的奇迹·····	26
曼海姆港大火的启示·····	30
分光镜里的奇迹·····	34
跨越星球的发现·····	40
发生在瑞利实验室的怪事·····	43

地球上也有太阳元素.....	49
面对新发现的思考.....	52
躲在空气中的家族.....	57
推倒发现稀土元素的“多米诺骨牌”	61

寻找元素的指纹

你一定听说过不少根据指纹追踪罪犯、取证破案的故事。的确，不管是古代的断案，还是今天的侦破，罪犯作案时留下的指纹始终是一条重要而又可靠的线索。这是因为我们每个人都有与别人不相同的指纹，指纹是人的一个特征标记。所以在契约文书上按手印同签名盖章一样有效；为了破案的需要，公安局里也都保存了大量的指纹档案。

不过，本书所要告诉你的，是另一种特征标记——元素的指纹。你可别小看了它，要知道世界上所有的东西——天上的、地下的，动物、植物、矿物，还有我们平时吃的、用的、穿的，都是由数量不多的100来种化学元素组成的。根据元素的指纹，我们就能很快查找，并一一分辨出各种元素来。那样，不但能分析各种矿物，检验合金，还能合成新产品，发现未知元素哩！

可是元素的指纹是什么样的呢？你一定感到很新鲜的！简单地说吧，元素的原子蒸气在火焰或电流的作用下，

被激发后产生发射光谱。这些光谱由一条条粗细不等、排列有序的彩色条纹组成，绚丽多彩，通过光谱仪器可以看得清清楚楚。更重要的是，每种元素的光谱都是特定的，互不相同。这种特征光谱就如同人的指纹一样，是元素的指纹，人们利用它来确认化学元素，不会有一点儿差错。而且，还能根据光谱的亮度推算出某种物质的含量。

知道人的指纹大概已有几千年的历史了，而发现元素的指纹才是近一百多年的事。那是因为元素的光谱可不像手指，用眼睛就能看到，处处都会留下痕迹。它必须被激发后才能产生，而且还要借助仪器才能看到。为了寻找它，许多科学家付出了毕生的精力。下面的故事，就是讲述这一段发现历史的。

57—元素发现的尽头吗？

19世纪中叶，是世界科学技术发展的黄金时期。富尔敦设计的蒸汽轮船航行在大西洋上；司蒂芬逊发明的蒸汽火车穿行于欧美大陆；法拉第总结出电磁感应理论；罗巴切夫斯基创立了非欧几何学；伦敦的街头已安装上煤气路灯；莫尔斯的有线电报也投入了使用……

然而，却看不到化学研究的新成果。

自从1844年，俄国化学家克劳斯发现了第57种元素“钇”以后，十几年中再也没有新元素问世。说实在的，这些年里化学家们并没有丝毫懈怠，他们在美洲、欧洲，在格陵兰岛，甚至在维苏威火山到处寻找。他们采用很先进的提纯方法，还使用能称量千分之一克重物质的天平，分析了许多种矿石、土壤和水样，却始终未见一点儿新元素的踪影。

于是不少人泄气了，他们想：也许地球上的化学元素已经全部被发现了，不然怎么会这样呢？他们在第57种元素的后面打上了句号。

然而，更多的人则不愿认输，他们的理由是：已知的57种元素在发现时有一个规律，那就是分布越集中、越容易单独存在的元素，发现得也越早，像碳、金、银、铜、铁、锡、铅、硫、汞等就是。而越往后发现的元素，一般都比较分散，并且容易与其它元素混合在一起，因而不大容易找到，像碘、氯、溴、铀、钋、镭、钍、钷等元素。这么说来，57并不是元素发现的尽头，一定还有一些分布更分散、含量更稀少、以复杂形态存在的元素没有被发现。而没有发现的原因仅仅是因为化学家们手中的工具还不够完备、手段还不够先进而已。

这种观点无疑是有说服力的。看来，应该从寻找新的研究方法上找出路。

希望的火焰

不少人想到了一个世纪前的马格拉夫和他的焰色实验。

马格拉夫是德国一位著名的矿物学家和分析化学家，他搞了一辈子的化学分析工作，是世界上最早从事这门研究的科学家。马格拉夫一生中有许多成就，其中证明苏打和木灰的不同成分是他的一项重要发现。

苏打和木灰同属于碱性类物质，当时一般人都以为它们是同一种东西。1758年，马格拉夫在一次实验中注意到：苏打的小颗粒落在酒精灯上，火焰立刻变成了亮黄色，而木灰却把火焰染成紫色。马格拉夫很奇怪，同样的物质在燃烧时怎么会如此不同呢？能解释这一现象的理由只有一个，那就是苏打和木灰的成分并不相同。他又作了进一步的研究，并证实：苏打是一种含钠的碱，而木灰则是一种含钾的碱。这件事引发了马格拉夫的极大兴趣，他想知道是不是所有含钠的物质都能使火焰呈亮黄色，而所有含钾的物质都使火焰变紫。马格拉夫找来可能找到的一切东西做实验，结果同他设

想的完全一样。他把自己的实验称为“焰色实验”，并正式宣布了用焰色实验区分苏打和草木灰的方法。

说到这里，让我们再讲一个类似的小故事，它记载于我国古代的一本叫《旧唐书》的史书中。

唐代女皇武则天，一次赏给侍官刘祐之一些黄金。皇帝的赏赐，自然非同一般，刘十分得意，并常常在人前炫耀。谁知他的一位同僚叫唐诰的却不以为然，甚至还当众取笑他说：“皇上赐你的那些黄金全是假的。”刘祐之很生气，要他把话讲清楚。唐诰便不紧不慢地说：“真金是不怕火炼的，可你的这些金子却见不得火。不信你烧烧看，若是冒出五色火焰，就算我说着了。”

烧就烧，刘祐之忿忿地将一块黄金丢进火盆。果然不错，火焰即刻变得五彩缤纷，而“黄金”却成了铜块。周围的人看得目瞪口呆，唐诰则哈哈大笑起来。

原来，唐诰早年喜好炼丹制药，他知道把红铜与含锌的



炉甘石矿粉一起烧，可以制成酷似金子的黄铜。炼丹家称之为“药金”，并常拿来骗人。假黄金自然瞒不过懂行的唐诰，所以他一眼就识破了。

后来这事给武则天知道了，她感到在众臣面前失了面子，十分恼怒，便给唐诰加了个罪名，贬他到天台山去了。

瞧，唐诰这个检验真假黄金的办法不正是焰色实验吗？而在时间上则比马格拉夫早了1000多年。

说起焰色法来，唐诰还不能算是最早的。公元6世纪初，我国南北朝时的著名炼丹师、人称华阳夏人的陶弘景，就曾利用火焰的不同颜色区分过朴消（硫酸钠）与硝石（硝酸钾）这两种盐，并将过程详细记录在他的《本草经集注》一书中。

不难看出，无论是马格拉夫，还是唐诰、陶弘景，他们都是用火焰的颜色来检验物质的。这一点启发了化学家，他们从跳动的火焰中看到了希望。

牛顿和他的三棱镜

既然火焰与颜色有那样密切的关系，那就让我们先来了解一点有关光与颜色的知识。

在我们生活的大自然中，有蓝天、大海、白云；纷纷扬扬的瑞雪，会给大地披上银装；雨过天晴之后，天边常架起一道七色彩虹；那绿茵茵的草地、黄橙橙的麦田，还有各种美丽的鲜花……颜色把世界打扮得绚丽多彩，人们对颜色也十分熟悉、并习以为常了。

对阳光也是一样，人们日出而做、日落而息，自古以来就是如此；人们还懂得由太阳的影子测算一天的时间、一年的天数；而春夏秋冬的规律、天文历法的计算，也都离不开太阳……

然而，颜色与阳光之间的关系，却是到了17世纪后才为人类逐渐认识的。

1663年，一位青年跨进了英国最著名的学府——剑桥大学，他的名字叫伊萨克·牛顿。后来这个名字与数学、天文

学、力学、热学、光学，乃至整个科学紧紧联系在一起，牛顿成为一名伟大的科学巨匠。

在牛顿还是个名不见经传的大学生时，首先引起他兴趣的是天文学。半个世纪前，伽利略制造了第一架天文望远镜，开创了光学天文学。酷爱科学的牛顿也自制了一架天文望远镜，进行天体观测。可是这架望远镜有个毛病，就是从透镜中观看到的物体，边缘上总有一圈模糊的色彩。为了弄清其中的原因，提高望远镜的质量，牛顿又开始研究起光学来。

1666年的夏天，伦敦的天气异常闷热。人们打开门窗，让空气通畅些。可是牛顿却一连几天把自己紧闭在屋子里，还关上所有的门窗，连窗帘也拉得严严实实，一丝风都不透。房子里黑洞洞的，他只在百叶窗上开了一个小孔，让一束很细的亮光从孔中射进屋里。

原来，牛顿在研究太阳光呢。

他手里拿着几个不同形状的玻璃体，当他把一个三角棱镜插进太阳光束中时，牛顿惊奇地看到：穿过棱镜的太阳光射在对面的墙上后，竟变成了一条美丽的彩带，从红色到橙色、黄色、绿色、青色，最后是蓝色和紫色，有如绚丽的彩虹。原来太阳光里竟包含着这么美丽的色彩，原来天上的彩虹是这么形成的！牛顿简直看迷了，他全然忘记自己早已是汗流浹背了。

牛顿想：既然白色的太阳光可以分解成七色，那么反过来，这七种光也一定能合成白光。他立刻在三棱镜的后面又放进另一块三棱镜。果不出所料，墙上的彩带立刻消失了，代替它的是一个明亮的光点。



牛顿确信光与颜色有着密切的关系，现在他决定撇开太阳光，只用普通的色彩来试试。牛顿想得很巧妙，他做了一只安装在转动轴上的圆木盘，并在木盘上依次均匀地涂上红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色，然后驱动柄轴，让木盘飞快地旋转。

“假如普通的白色也是由七种颜色合成的，那么彩色木盘应该变成白木盘。”牛顿的推测立刻就被证实了，木盘一经旋转，就成了白色；而停下来后，依然是七种色彩。这种七色板后来就被称作“牛顿色盘”。

以后，牛顿又用了6年时间继续研究光的反射、折射、弯曲等性质，直到1672年2月，他才谨慎地发表了一篇题为《光 and 色的新理论》的论文。结果，立即引起了轰动。接着，他又写成著名的《光学》一书。牛顿认为：白光是由七

种不同的色光混合而成的。这些光有不同的折射率，当穿过厚度不一的三棱镜时，光便发生了折射，不同的折射率便把白光分解成了一条色彩光带。牛顿称这组排列有序、像乐谱般的彩带为“光谱”。他还认为：颜色的产生是物体对光的不同反射和吸收的结果。当日光照在物体上时，其中有些颜色的光被物体吸收了，有的则被物体反射，我们所看到的物体的颜色，正是反射光的颜色。如果被反射的是几种光，那我们看到的是一种混合色——这便是自然界中的色彩远远超过七色的原因。如果全部光都被反射，我们就会看到白色。相反，全部光被吸收时，那就只能看到黑色。所以在没有光的夜里，到处都是漆黑一片。

神秘的“暗线”

牛顿分解光的实验震惊了科学界，许多人把目光转向对太阳光谱的研究。

1802年，英国化学家武拉斯顿在观测中发现：在太阳光谱中，七种颜色的排列并不是连续的，它们中间夹杂着不少的暗线。武拉斯顿无法解释这件事，竟以为自己的棱镜有毛病，就放下了。

另一位德国物理学家弗朗和斐也发现了太阳光谱中的暗线，他可没有轻率地放过这个现象。为了观察得更清楚准确，弗朗和斐精心制做了一个棱镜，还加上一个能放大光谱的窥管，这样看起来就方便多了。观测时，他细细地数了几次，那些粗细不等的暗线竟达500多条，其中最明显的有8条。弗朗和斐用字母A、B、C、D、E等分别作为它们的代号，人们称其为“弗朗和斐线”。在很长的一段时间里，弗朗和斐本人和其他科学家们都说不清这些暗线的含意。“弗朗和斐线”谜一般地存在了近半个世纪。

现在，弗朗和斐的脑子几乎被光谱充满了。他想知道，除了日光外，其它的光是不是也有光谱？于是他又开始研究火焰的光，像油灯、酒精灯、蜡烛光等。弗朗和斐欣喜地发现，这些火焰也有光谱，而且同太阳光谱一样，也是不连续的。只是太阳光谱与火焰光谱有一个重要区别，即太阳的不连续光谱由许多暗线隔开，而火焰的不连续光谱却是由许多亮线隔开的，恰好相反。他甚至还发现，火焰光谱中有两条特别明亮的黄线正好在太阳光谱中他称为 D_1 、 D_2 的两条暗线的位置上。

这是巧合吗？它说明了什么呢？尽管弗朗和斐没有得出科学的结论来，然而他提出的问题却牵动了千万人的心。