

# 化学发现和发明

应礼文 编

科学普及出版社

## 内 容 提 要

你知道现代炼铝方法是谁发现的吗？

为什么铝开始比黄金还贵，现在却变得那么价廉物美呢？

你知道肺炎病人和糖尿病人的救命恩人是谁？

本书收集了三十三篇这类引人入胜，发人深思的化学发现故事。可激发青少年对化学的兴趣和爱好，也为中学教师的教学提供了一些素材。

## 化学发现和发明

应礼文 编

责任编辑：刘 渔

封面设计：李松林

\*

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
北京市昌平县印刷厂印刷

\*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 字数：88千字

1985年10月第1版 1985年10月第1次印刷

印数：1—10,300册 定价：0.64元

统一书号：13051·1362 本社书号：0707

## 目 录

现代电冶铝方法的奠基人——霍尔	(1)
第一个发现苯的科学家——法拉第	(6)
指示剂的历史	(10)
最早提出“化学计算”概念的科学家	(15)
古代关于汞的知识	(21)
门捷列夫对“类碲”的预言	(29)
酸碱概念的历史回顾	(32)
本生灯的制作过程	(38)
最原始的电池	(42)
化学符号的历史	(46)
氯气的故事	(56)
在莫斯莱以前的原子序数的概念(兼论周期表 中原子量的颠倒关系)	(61)
波义耳定律的实验基础	(66)
几种古老的气体发生器的变革	(71)
第一种合成纤维的问世	(76)
利用周期律解决实际问题的范例——致冷剂氟利昂 的发现	(81)
玻璃电极和pH计的发明	(85)
伽法尼夫妇和原电池	(88)
Na和N的名称是怎样演变的	(91)
本生实验室的规则	(94)
伦琴发现X-射线	(97)

卢瑟福的核型原子.....	(101)
格劳贝尔盐(芒硝)的发现史.....	(105)
门捷列夫晚年的失误.....	(109)
第一种抗菌素——青霉素的产生.....	(113)
锂盐与精神病.....	(117)
胰岛素的发现.....	(120)
塑料之王——聚四氟乙烯.....	(123)
氙的发现史.....	(126)
硝酸甘油的制备及其疗效.....	(129)
毒物——杀害化学家的刽子手.....	(132)
马许氏试砷法.....	(137)

## 现代电冶铝方法的奠基人——霍尔

在化学元素中，铝在地壳中的含量占第三位，但是由于铝的化学性质很活泼，它与氧结合的能力特别强，所以要从铝的主要矿物(氧化铝)中提炼金属铝确实不是一件轻而易举的事情，因此，在历史上铝的出现比一般的金属要晚，直到1827年才由德国的韦勒(F. Wöhler 1800~1882)制得比较纯净的铝。由于制得的铝的量很少，当时把它视为珍品。相传有一次在拿破仑三世举行的宫廷宴会上，宾客们都使用金银餐具，唯独拿破仑自己使用铝制餐具，使大家羡慕不止，可见铝在当年的身价比金还高。

1854年德维尔(H. S. C. Deville)和本生(R. W. Bunsen)用电解熔融的氯化铝钠制得了较大量的铝，并开始小规模的生产。由于铝的价格在当时仍旧大大地高于铁，尽管人们已经发现铝是一种性能优良的金属，但限于经济原因，无法广为利用。一直到电冶铝的方法诞生以后，铝的价格才大幅度地下降。这时，它在许多方面开始代替铁。从此以后，世界上开始大量使用铝制品，小到烧水做饭的铝壶和铝锅，大到制造飞机的机翼和机身。

以上这些成就首先应该归功于现代电冶铝的奠基人——美国的霍尔(Charles Martin Hall)和法国的赫罗尔特(Paul Louis Heroalt)。1886年，他们各自发明了以冰晶石( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )为溶剂的电解氧化铝的方法，并由此大规模生产金属铝，这种方法一直沿用到今天。为了纪念霍尔的成就，在他的

母校奥柏林(Oberlin)学院的校园里,建立了世界上第一座用金属铝铸造的霍尔塑像;在美国铝业公司,至今还珍藏着霍尔第一次制成的金属圆球,成为该公司最珍贵的历史资料。

霍尔是一位年青有为的科学家,他从奥柏林学院毕业不久,就创造了电冶铝的方法。从他的导师简维脱(Jewett)教授的回忆里,就可以看出霍尔的不寻常的才能:

“我的最大的发现莫过于发现了一位人才。1880年,当我在日本教了四年书又回到奥柏林工作以后,有一个大约只有十六岁的孩子经常来到我的化学实验室,向我提出请求,希望能够买到价值只有几分钱的玻璃管或试管之类的东西,以及其它一些供化学试验用的材料。我满足了他的要求。过不了多久,他又来到实验室,并且带走了更多的东西。”

“开始的时候,我对这个孩子并不十分了解,但是好奇心驱使我去详细地观察他,发现他并不把自己课余时间耗在“玩”上,而是老在研究点什么。于是我产生了这样的印象:总会有这么一天,这个孩子将要为他自己树立一块纪念碑。这个孩子不是别人,就是霍尔,在他年仅二十一岁时,就创造出一种极其经济的、从铝矿中提取金属铝的方法,使铝一举成为一种大有希望的、杰出的轻金属。”

“霍尔是一个全面发展的学生,但在各门课程中,他最喜欢化学。所以在他学完了一部分学院规定的课程以后,我就把霍尔带到我的私人实验室中,在我的边上为他安排了一个位置,以便经常和他讨论各种各样的问题。”

“有一天,我和学生们正在实验室中评论矿产资源的利用,使霍尔对金属铝产生了极大的兴趣。我对我的学生(指霍尔)说:‘如果有人能够发明一种新的冶炼方法,使金属铝的生产成本大大下降,而生产规模又能扩大到满足商业上对

它的大量需要的话，那么，这个人不仅是一个有益于全世界的人，而且也能为他自己建立起巨大的幸福。’霍尔听了这番介绍以后，毫不犹豫地转向大家说：‘我准备向这种金属进军。’”

“霍尔不但是一个勤奋的学生，而且是一个说干就干的人。他试验了许多方法，企图从氧化铝矿物中提炼出金属铝，但没有奏效。最后他不得不把思想转移到“电”的方面。霍尔想：‘也许电能够帮助我把金属铝提取出来。’于是他就把注意力集中在电解方法上。我把多余的或备用的仪器以及蓄电池借给他。当时我们化学实验室中所用的蓄电池都是由各种各样的大玻璃杯组成的，用碳做电极，样子很笨拙，但是我们却能从这些笨重的蓄电池中获得所需要的电流。”

“过了一段时间，霍尔从奥柏林学院毕业了。他并没有因此而中断自己的研究工作，他向我借了几个蓄电池和其它必需的仪器，把它们搬回自己的家中，还把他自己动手制作的一些仪器带了回去。霍尔在家里的一间木棚中，为自己安置了一个简陋的、小小的化学实验室，坚持不懈地研究从铝的矿物中提取金属铝的方法，并经常把实验结果报告我。”

“在这段日子里，霍尔花费了大量的时间，去寻找铝的主要矿物——氧化铝的良好溶剂，这是因为氧化铝的熔点很高，单单用氧化铝进行电解，需要极高的温度，所以必需找到一种合适的溶剂，将熔点降下来。经过很多次的试验，霍尔终于发现了一种含铝的复盐——冰晶石( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )；它能够作为氧化铝的良好溶剂，并能够降低它的熔点，使电解在较低的温度下进行。当电流通过氧化铝和冰晶石的熔融体时，在负极上就会析出金属铝。”

“大约又过了半年，有一天早上，霍尔来到我的办公室，

兴高采烈地对我说：‘教授，我已经得到了金属铝。’于是他就向我展示了放在他的掌心上的铝，这十二颗金属小圆球是霍尔用新的电解方法制取出来的产品。我们异常兴奋地庆贺了这一重要的发明，这个值得纪念的日子是1886年2月23日。此后，霍尔对自己的发明创造又作了进一步的改进，直到最后取得了这种新发明的专利权。”

简维脱教授的回忆给了我们宝贵的启示，即使是那些重大的发明创造，也并不是神秘莫测和高不可攀的，当然也不会是轻而易举的。必须始终如一、坚持不懈，还必须勤奋努力，甚至不惜牺牲个人的休息和娱乐。在教授赞扬他的学生的同时，我们还不得不感谢这位独具慧眼的伯乐，他是霍尔走向发明创造的启蒙人。教授为霍尔指出方向，十分具体地帮助他解决了很多具体的困难，为霍尔的发明提供了有利的条件，因此从某种意义上来说，伟大的发明家的功绩固然值得称颂，但是对他们进行启蒙和开路的伯乐也应该受到赞扬和尊敬，因为在这些重要的发明创造中同样地凝聚着他们的心血和自我牺牲的精神。

除了简维脱教授以外，霍尔的家庭成员对这位勤奋的科学家的介绍也是很吸引人的：

“还在霍尔的幼年时代，即当他还是一个连书本上的字都认不完全的孩子时，他就经常把父亲的大学化学教科书当作读物。他把教科书翻开来，摊在地板上，然后用肘和手托住身子和脑袋，细心地阅读起来。也许他并未读懂，但这却是一个勤奋学习的良好开端。”

“霍尔是一个非常乐观的人，即使在他受到挫折的时候（例如在他经受了无数次试验失败的情况下），他仍然能够以大笑来嘲弄失败的命运。”



“霍尔对于他的研究工作花费了惊人的劳动，他经常连续好几个小时在家庭实验室中进行研究。每当他觉得应该暂时地休息一下的时候，他就会急奔到钢琴边上，演奏那些动听的使人永远难忘的曲子。即使在这种时候，从霍尔的表情中还可以看出，他还在思考着他的研究工作。霍尔的发明创造的历程是艰辛的，而这架古老的钢琴却带给他莫大的安慰。”

最后，还应该提到霍尔的姐姐——尤里·霍尔。她是一位无名英雄，多年来，她一直默默无闻地帮助自己的弟弟去完成这个重要的发明创造。

和弟弟一样，尤里也就读于奥柏林学院，并且也是在简·维脱教授指导下攻读化学。尤里1881年从奥柏林学院毕业，比弟弟早四年。

由于霍尔的简陋的实验室正好靠近他家的厨房（它是尤里的总部），所以尤里就有机会经常出现在弟弟的实验室中。他们两个人不但经常地研究和讨论科学上和技术上的问题，尤里还经常帮助弟弟做实验，并一直帮他细心地记录实验现象。由于尤里曾经受过良好的教育，所以实际上成了查尔斯在科学上的智囊。尽管尤里是一位无名英雄，但她的功绩却是磨灭不了的。

## 第一个发现苯的科学家——法拉第

1825年6月16日在英国皇家学会举行的一次学术会议上，法拉第(Michael Faraday 1791--1867)宣读了关于他发现苯的论文，叙述了他怎样从一种复杂的混合物里分离出这种新的碳氢化合物的过程。他还进一步研究了这种化合物的性质，并测定了它的组成。当时，法拉第还只有三十四岁，但是他已经英国皇家研究院整整工作了十二年，可以说是风华正茂。

法拉第用来分离出苯的原料是一种油状物，它是伦敦一家生产煤气(照明气体)的公司的一种副产物。原来，在1825年左右，象欧洲其它的城市一样，伦敦也已经使用煤气来照明，当时生产这种照明的气体的原料是一种鱼油(如鲸鱼或鳕鱼的油)，生产煤气的方法是把鱼油滴到正在加热的炉子上，鱼油就分解产生出煤气，由于那时候还没有采用管道来输送煤气，所以工厂里采用压缩气体的方法，即在大约为30个大气压下把煤气压缩在一个强大的接受容器中，然后再从大的接受容器分装在轻便的容器中，提供给建筑业或家庭使用。

在煤气生产过程中，除了这种大量的可供照明用的气体以外，还在接受容器中留下了一种油状液体，这种副产品一直没有被人们开发和利用，甚至在很长时间内也无人问津。法拉第是第一个对这种副产品产生莫大兴趣的科学家，他几乎花了五年的时间来分离这种复杂的混合物，研究它的性质

和组成。

法拉第首先碰到的一个难题是怎样得到足够数量的液体以供研究，在一位朋友的帮助下，他终于从工厂得到了相当可观的副产品。经过初步的观察，法拉第认定这种油状液体很明显地是一种混合物，因此他认为第一步应该把这种混合物的各个组分分离开来，然后才能加以一一研究。他采用蒸馏的方法，并在低温下把蒸气冷凝成各个馏份，每隔 $10^{\circ}\text{C}$ 更换一次接受容器。即使这样，法拉第还是觉得研究工作做得不够细致，所以他又把所得到的各个馏份反复地加以精制，最后，法拉第终于从这些艰苦的、枯燥乏味的实验工作中获得了具有重要意义の結果。他发现，在 $80^{\circ}\text{C}$ 到 $87^{\circ}\text{C}$ 这个范围内蒸馏液体时，温度比较恒定，在这个温度区间内可以蒸馏出大量的液体。与此相反，在其它温度区间蒸馏液体时，温度不断升高，说明这时不存在大量的组成固定的液体。这一现象对法拉第的启发很大。于是他就集中注意力研究从 $80^{\circ}\text{C}$ 到 $87^{\circ}\text{C}$ 这个温度区间内获得的馏份，并把它反复地精制，最后，法拉第终于成功地分离出了这种具有固定组成的新的碳氢化合物。

当时，法拉第在测定这种碳氢化合物的组成后，认为其中碳与氢的比例比较高，所以他把这种化合物叫做氢的重碳化合物(bicarburet of hydrogen)。后来，1833年彼利古(E. M. Pèligot)、1834年米学里(E. E. Mitscherlich)分别在石灰存在下蒸馏苯甲酸而制得苯，把它命名为“benzin”，德国化学家李比希(J. Von Liebig)建议把它称为“benzol”，直到1845年霍夫曼证明煤焦油中存在着这种碳氢化合物时，才把苯命名为“benzene”，即目前英美通用的学术名称。

法拉第所研究的氢的重碳化合物，在通常的条件下是一

种无色透明的液体，有一种特殊的气味，或者说略带杏仁味。当把这种液体放在冰水中冷却到 $0^{\circ}\text{C}$ 时，它就会结晶出来，往往能够在玻璃容器的器壁上长成树枝状的结晶，如果把把这个玻璃容器从冰水中取出，让它的温度慢慢上升，那么在 $5.5^{\circ}\text{C}$ 时这些树枝状的结晶就会熔化，把熔化后的液体暴露在空气中，它将全部挥发完。当时法拉第观察到的这些性质都和我们现今的认识是一样的。

法拉第还测定了这种氢的重碳化合物的一些物理常数：熔点 $5.5^{\circ}\text{C}$ ，沸点 $85.5^{\circ}\text{C}$ ， $15.5^{\circ}\text{C}$ 时比重为0.85，这些数值与现在测得的物理常数（熔点 $5.5^{\circ}\text{C}$ ，沸点 $80.1^{\circ}\text{C}$ ， $25^{\circ}\text{C}$ 时比重为0.874）是较为接近的，其中只有法拉第测定的沸点（ $85.5^{\circ}\text{C}$ ）与现在的数值（ $80.1^{\circ}\text{C}$ ）差别较大，这是因为法拉第当时分离出来的苯的纯度还不太高。

法拉第还观察了这种化合物并不导电，微溶于水，易溶于醇、醚和油内；它在燃烧时发出光亮的火焰，并产生很多黑烟；在阳光照射下，让这种物质与氯气发生反应时，会产生浓烟，最后生成两种物质，一种是结晶，另一种是粘稠的液体。无疑它们就是对二氯苯与磷二氯苯。这些描述也和现在我们所观察到的苯的性质完全相同，因此，可以令人信服地说明，法拉第当年从油状液体中分离出来的氢的重碳化合物就是苯。

为了弄清这种新的碳氢化合物的组成，法拉第进一步做了组成的测定工作。他将这种碳氢化合物的蒸气通过灼热的氧化铜，最后得到了碳酸气（法拉第当时称之为碳酸气，实际上是二氧化碳和水）。定量的实验结果表明：在 $60^{\circ}\text{C}$ 时0.776克碳氢化合物的蒸气可以产生5.6立方英寸的碳酸气，这个量相当于0.711704克碳和0.064444克氢，从这两个数值可以推

测出这种碳氢化合物中碳与氢的重量比是12 : 1。由于当时法拉第所采用的原子量标准与现在的标准是不同的，那时候碳的原子量是6，氢的原子量是1，所以法拉第就认为这种化合物的实验式(即最简式)应该是 $C_2H$ ，也正因为这一原因，法拉第才把这种新的碳氢化合物叫做氢的重碳化合物 (bicarburet of hydrogen)，也可以译作二碳化氢。如果当时法拉第所采用的原子量标准和现在的标准一样，即碳的原子量是12，氢的原子量是1.008，那么他就能从自己的定量实验的结果，正确地推断出苯的实验式(最简式)是 $CH$ ，和现在的看法完全吻合。从这一分析来看，更可以证明法拉第在1825年发现的这种新的碳氢化合物无疑就是苯。

法拉第所做的另外一个定量实验是测定了这种碳氢化合物的蒸气密度，数值是39。可惜的是，他没有进一步用测得的蒸气密度的数值来计算苯的分子量。按照现今人们的认识，苯的分子量应该是它的蒸气密度(相对于氢而言)的两倍，即78，再从分子量和实验式就可以得出结论——苯的分子式是 $C_6H_6$ ，遗憾的是，法拉第没有能够得出这些结论。

尽管如此，法拉第毕竟是第一个从鱼油中分离出苯，并研究了它的性质，测定过它的组成的科学家，从这个意义上说，苯，这个重要有机物的发现应该归功于法拉第。

## 指示剂的历史

对于所有具备化学知识的人来说（即使他只学过初等化学），“指示剂”这种物质几乎是人所共知的。无论是学校、科研机构，还是工厂的化学实验室，酚酞、甲基橙等多种多样的指示剂，以及石蕊试纸和pH试纸等各种各样的试纸都是这些实验室所必备的和常用的。或许很多人在学生时代第一次接触的化学反应时，就是观察石蕊试纸怎样改变颜色。

如果要了解指示剂发展的历史，可能要追溯到十七世纪，这种物质在那个古老的年代已经为许多搞实际工作的化学家所利用，他们将植物的汁液（即指示剂）浸渍在一小片纸上，然后再在这种试纸上滴一滴他们所研究的溶液，以此来判断他们所研究的化学反应的某些性质。就目前已经有的知识来看，波义耳(Robert Boyle, 1627—1691)是第一个把各种天然植物的汁液用作指示剂的科学家，这些指示剂中，有的被配成溶液，有的做成试纸，几乎和我们现在所用的方法完全一样。

在十六世纪或者更早一点，人们已经认识到某些植物的汁液具有着色剂的能力，在那个时候，法国人已经用这些植物的汁液来染丝织品。也有一些人观察到许多植物的汁液在某种物质的作用下会改变它们的颜色，例如有人观察到酸可以使某些汁液转变成红色，而碱则能够把它们变成绿色和蓝色。但是，因为在那个时候还没有任何人对酸和碱的概念下过确切的定义，所以这些酸和碱能够使植物的汁液改变颜色

的实验现象并未受到人们的注意和重视。

一直到了十七世纪，科学家才真正开始阐述一些基本的化学概念，其中一个重要的概念就是把化合物划分为酸、碱、盐三大类别，最早和最明确的有关酸的定义是波义耳下的，他所描绘的酸的各种特性中，有一条就是酸能够改变某些植物的汁液的颜色，这也可以算人们对指示剂这种物质的最原始的认识。

波义耳在他的“颜色的试验”一书中描写了怎样用植物的汁液来做指示剂。他所使用过的植物的种类很多，有紫罗兰、玉米花、玫瑰花、雪花、苏木（即巴西木）、樱草、洋红和石蕊。这本书中还介绍了用指示剂制作试纸的方法，以及怎样使用这些试纸：

“用上好的紫罗兰的浆汁（即由这种花里浸渍出来的染料），把这种浆汁滴在一张白纸上，再在汁液上滴上2~3滴酒精，那么，当醋或者几乎所有其它的酸液（当时已经制出的酸并不多）滴在这种浸有植物的浆汁和酒精的混合物的纸上时，你就会发现植物的浆汁立即转变成红色（未加以前是蓝紫色）。使用这种方法的好处是，在进行实验时只需要使用少量的植物浆汁，就能使颜色的变化非常显著。”值得指出的是，这种发明的生命力是如此长久，以致今天我们还在经常使用这种原始的方法。

在波义耳之后，很多化学家陆续地发表了不少报告，描述如何把植物的浆汁作为指示剂。例如，布尔哈夫（H.Boerhave 1668—1738）在他的报告中叙述了可以利用指示剂来鉴别碱性化合物，他最常使用的指示剂是紫罗兰和石蕊的汁液。随着指示剂使用的日趋广泛，大家对它的研究更加深入了，例如在十八世纪，许多人指出，各种酸并不能使这些指

示剂精确地显示出相同的颜色变化（用现在人们的认识来说，各种指示剂的灵敏度不同，变色范围不同，各种酸的强度也不同，所以才造成这种情况）。1775年瑞典的贝格曼（Torberm Bergman 1735~1784）就曾经报导：

“蓝色的植物汁液的变色对各种酸的灵敏程度是不同的，硝酸能使某种蓝色的试纸变成红色，而醋则不能使同一种试纸变色。有的酸能够使蓝色的石蕊汁液变红，却不能将紫罗兰的汁液转变成红色。由此可见，必需对所有的植物汁液（可以用作指示剂的）的灵敏性进行鉴定，才能找到一系列合适的指示剂来测量各种酸的相对强度。”从这一段叙述来看，当时对指示剂的研究已经相当深入和细致了。

指示剂的另一种重要的应用领域是酸碱滴定。在历史上，最早利用滴定的方法来研究酸碱中和反应的化学家并没有使用指示剂。例如，1659年荷兰化学家格劳贝尔（J.R. Glauber）在用硝酸和碳酸钾制备硝酸钾的过程中，需要知道应该用多少硝酸来中和碳酸钾的定量数据，为此，他把硝酸一滴一滴地加到碳酸钾溶液中去，开始时，溶液里产生气泡（生成二氧化碳），一直滴到加入硝酸后溶液不会发生气泡时为止，这时溶液里的碳酸钾就被硝酸所中和了，而格劳贝尔所需要的数据也通过这种原始的滴定方法得到了。他形容这时候的情况说，硝酸和碳酸钾两种物质都失去了它们的本性，酸和碱都互相被“杀死”了。

1729年法国化学家日夫鲁瓦（C.J. Geoffroy）也利用过酸碱滴定的方法来测定酸的浓度，例如醋的浓度。他称出一定重量的碳酸钾固体，把它溶解在水中，然后把醋酸一滴一滴地加到碳酸钾溶液中，一直加到不发生气泡为止。从所消耗的碳酸钾的量，就可以计算出各种醋的相对强度（即现在



我们称为浓度的概念)。很明显，格劳贝尔和日夫鲁瓦都用**发泡现象**来指示酸碱中和反应的终点。

1767年路易斯(Willian Lewis)假定酸碱中和反应的终点能够用植物的汁液来指示和标记，他在“对美洲草木灰的试验和观察”一书中描述了一种简单的测定方法：

“在酸碱中和反应里，中和碱液所需要的酸可以一滴一滴地加进去，过去一直利用发泡现象来观察反应的终点，但是这种方法存在着一定的缺点，不但观察起来很困难，而且也达不到相当高的准确性。如果我们利用植物的浆汁或者被这些浆汁着色的纸所产生的颜色改变来指示酸碱中和反应的终点，那么就会得到比较明显的讯号，这就代替了那种含糊不清的现象(指发泡现象)。”路易斯紧接着介绍了具体的做法：

“我主要使用的方法是一种十分敏锐的方法。利用一张厚的写字纸，在纸的一端浸渍石蕊的浆汁，使它着上蓝色，在纸的另一端浸渍了石蕊的浆汁和盐酸的混合溶液，正好变成了红色。如果将某些酸一滴一滴地加到碱溶液中去，每加一滴以后就用玻璃棒将溶液混合均匀，并用上面描绘的那种着了颜色的试纸进行检验。如果它使试纸的红色的一端变成蓝色，那么说明溶液还是碱性的，需要继续加酸；如果它刚好能够使试纸的蓝色的一端变成红色，说明酸已经加够了。”显然，路易斯所描绘的滴定方法与现在我们所用的方法是基本相同的，只是当时还没有滴定管和移液管这些精确的仪器而已。

在以后的一百年内，化学家在酸碱滴定中所使用的天然植物的浆汁的种类不多，而且他们常常抱怨这些浆汁(例如紫罗兰和石蕊的浆汁)的颜色变化不够清晰和敏锐。很多人