



科学文化工程

科学史话系列

LEGEND OF

# 发明传奇

## 化学仪器的故事

陈 懿·编



INVENTIONS

THE STORY OF CHEMICAL INSTRUMENTS



科学出版社

LEGEND OF

发明传奇

化学仪器的故事

陈 懿·编

INVENTIONS  
THE STORY OF CHEMICAL INSTRUMENTS

科学出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

---

化学仪器的故事 / 陈懿编. —北京: 科学出版社, 2016.9  
(发明传奇)

ISBN 978-7-03-050008-3

I. ①化… II. ①陈… III. ①化学实验—实验仪器—通俗读物  
IV. ①06-32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 228753 号

---

责任编辑: 牛 玲 张 莉 李丽娇 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 张 倩 / 封面设计: 有道文化

联系电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail. sciencep. com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016 年 10 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2016 年 10 月第一次印刷 印张: 6 3/4

字数: 100 000

定价: 29.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



科学实验装置（仪器设备）是现代科学发展的一个重要工具，对促进科学发展和技术进步有着极其重要的作用。与其他发达国家相比，我国在科学实验装置（仪器设备）的自主研发方面落后很多，尤其在先进实验设备的原始创新方面差距较大。

两百多年前，一些发达国家的科技工作者就发明了具有实用价值的化学实验仪器，这些仪器至今仍在实验室和工业生产中被广泛使用，它们对科学技术的发展和人类社会的进步起着重要的促进作用。本书选取了十五种经典的化学实验仪器，重点介绍了它们的主要功能、仪器构造、发明历史、发明者小传及其他相关知识。这十五种经典的化学实验仪器包括：杜瓦瓶、贝克曼温度计、赫希漏斗、球形冷凝管、席格蒙迪超显微镜、旋转蒸发仪、锥形瓶、阿贝折射仪、迪安-斯塔克分水器、真空干燥枪、本生灯、莫瓦桑电炉、三颈圆底烧瓶、提士威特色谱柱、巴斯德滴管。这些经典的化学实验仪器，不仅为化学学科的发展做出了巨大的贡献，也为其他学科（如物理学、光学、环境科学、生命科学、信息科学）的快速发展起到了积极的促进作用。同时，这些仪器的发明也造福于人类，为人类的生活带来了方便和改善。例如，我们现在使用的保温瓶、热水瓶等，其设计制作原理就来源于杜瓦瓶的发明；而我们现在使用的煤气灶，其设计原理则得益于本生灯的发明。

本书旨在通过一些经典化学实验仪器的发明故事，启发相关科技工作者对科学实验装置（仪器设备）的感悟，提升他们对新型科学实验装置（仪器设备）的发明创造力。更为重要的是，希望借助本书帮助青少年培养对科学实验装置（仪

器设备)的兴趣,传播相关的科学知识,开阔其视野,赋予其想象力,并为我国科学实验装置(仪器设备)的自主创新发挥积极作用。

囿于作者的能力和时间的有限,本书难免有不妥之处,敬请专家、学者和各位读者不吝指正。本书的出版得到了中国科学院科学传播局的资助,在此深表感谢。

陈 懿

2016年5月于北京

# 目 录

---

- 杜瓦瓶 / 1
- 贝克曼温度计 / 9
- 赫希漏斗 / 15
- 球形冷凝管 / 23
- 席格蒙迪超显微镜 / 31
- 旋转蒸发器 / 36
- 锥形瓶 / 42
- 阿贝折射仪 / 48
- 迪安-斯塔克分水器 / 54
- 真空干燥枪 / 60
- 本生灯 / 66
- 莫瓦桑电炉 / 73
- 三颈圆底烧瓶 / 80
- 提士威特色谱柱 / 86
- 巴斯德滴管 / 93

# 杜瓦瓶



## 中文名

杜瓦瓶

## 英文名

Dewar's flask

## 发明者

詹姆斯·杜瓦（James Dewar）

## 主要功能

保温，储藏液态气体，可用于低温研究和晶体元件保护。

## 仪器构造

双层玻璃容器（见右图），两层玻璃胆壁都涂满银，可以防止辐射散热。两层玻璃胆壁间的空气被抽掉，形成真空，能防止对流和传导散热，因此盛在杜瓦瓶里的液体，较易保温。



杜瓦瓶

## 相关资料

杜瓦瓶是由苏格兰物理学家和化学家詹姆斯·杜瓦爵士发明的。1892年，杜瓦吩咐玻璃工伯格用玻璃吹制一个特殊的玻璃瓶，伯格改进后用镍制造外壳，防止玻璃瓶胆破碎。在今天的英国伦敦研究所内，还保存着早期的杜瓦真空瓶。

1893年1月20日，杜瓦宣布发明了一种特殊的低温恒温器——后来称之为杜瓦瓶。1898年，杜瓦先是用杜瓦瓶实现了氢（ $H_2$ ）的液化，温度可达 $-252.7^{\circ}C$ 。次年，又实现了氢的固化，通过抽出固体氢表面的蒸气，温度可达 $-261.5^{\circ}C$ 。1906年，杜瓦又发明了可储存液态氧（ $O_2$ ）的金属杜瓦瓶，可以储存 $-240^{\circ}C$ 的液态氧。为铁路运输而设计的金属杜瓦瓶的容量可达110 000 L。

## 发明者小传

---

詹姆斯·杜瓦于1842年出生在苏格兰。少年时期，因为滑冰，杜瓦不慎摔坏了腿，为了康复摔伤的腿，杜瓦不得不在病床上躺了整整两年的时间。为了打发这难熬的时间，杜瓦学习了制作小提琴。这一经历为他以后展现出的令人惊讶的仪器设计与手工制作能力奠定了基础。

杜瓦早年就读于苏格兰著名学府爱丁堡大学。大学毕业后，杜瓦在苏格兰待了16年时间。在这期间，杜瓦先后做过科学家里昂·佩雷费尔（Lyon Playfair）和克拉姆·布朗（Crum Brown）的助手。杜瓦的研究范围很广，包括苯分子结构的测定（这一工作他没有成功）、太阳温度的测量、光线对动物视网膜的作用、吡啶分子结构的测定，以及一些简单物质的化学分析。

1875年，杜瓦被英国剑桥大学任命为杰克逊式教授（Jacksonian Professor），然而，杜瓦并不为此而感到高兴。他在剑桥大学几乎没有办公的地方，这里相当沉闷和保守的学术气氛也让他十分郁闷。虽然如此，他还是坚持与同事利文（C. D. Living）合作，从事原子和分子光谱

研究。这种合作研究持续了多年，他们的合作成果最后发展成为现代的紫外光谱和红光光谱。

杜瓦除了与利文合作研究原子和分子光谱外，还从事金属钨在吸附氢气过程中引起焓变<sup>①</sup>的测量工作。在这种焓变的测量研究中，杜瓦经常要用到一种容器——真空双层铜量热器——这就是现在被我们称为杜瓦瓶的前身。

在剑桥大学度过了两年并不愉快的时间后，杜瓦接受了伦敦英国皇家研究所提供的教授职位。他不喜欢按常规的提纲教学方式上课，而是采用自由讨论的形式授课。他风趣的教学方式和渊博的知识使他的课很受学生欢迎，他是一位优秀的老师。

1878年，当拉乌尔·皮克泰（Raoul Pictet）和路易斯-保罗·凯泰（Louis-Paul Cailletet）开始研究空气液化时，杜瓦看到了一个令人激动的研究课题——绝对零度（ $-273.15^{\circ}\text{C}$ ）。1895年，杜瓦第一次将氢气压缩成液体，即液态氢。为了保存液态氢，他需要一种不容易散热的容器，可当时并没有保温瓶，于是他就开始自己研制。他反复试验，并利用焦耳-汤普森效应<sup>②</sup>来获取更低的温度。杜瓦根据 J-T 效应，设计出了真空双层玻璃瓶，即杜瓦瓶。其设计原理基于以下三个方面：①用双层玻璃瓶制造，双层玻璃瓶中间抽真空，用以隔绝空气的对流和热传导；②玻璃瓶壁表面涂上一层水银，用于反射光线，把辐射的热量反射回玻璃瓶内；③玻璃瓶口上加上瓶盖（塞），阻止热量从瓶口散发出去。用这种玻璃瓶子可以长时间储存液态氢。后来这种玻璃瓶也用于保存液态氧，并得到了广泛的应用。

---

① 焓变指物体焓的变化量。焓是物体的一个热力学能状态函数，即热函，是一个系统中的热力作用，等于该系统内能加上其体积与外界作用于该系统的压力的乘积的总和。

② 简称 J-T 效应。它描述的是高压气体扩展到低压区域的一种冷却现象，即气体在膨胀过程中温度下降。



瓶壁涂了水银的杜瓦瓶

杜瓦成功发明了这一非常有用的保温容器。但令人遗憾的是，杜瓦当时并没有重视真空瓶的发明，而是对抽出空气的理论非常重视，并为这一理论申请了专利，而对真空双层玻璃容器这一设计没有申请专利保护。1904年，德国的一个玻璃制造工赖因霍尔德·伯格偶然发现他的孩子喝的热牛奶装在这种容器中可以保存几个小时都不会变冷，由此看到了真空瓶潜在的广阔市场，于是开始推销这种真空瓶，并把它命名为瑟莫斯（thermos，希腊文，即保温瓶）。两年后，伯格申请到了保温瓶的专利，并开始制造、销售这种保温瓶。他发现玻璃瓶胆很容易碎裂，就用镍制造外壳来保护瓶胆。起初，瑟莫斯主要在实验室、医院和探险队中使用，后来被改造成人们生活中的日用品——保温瓶和热水瓶。



保温瓶



热水瓶



## 小资料

### ► 绝对零度

绝对零度 (absolute zero) 是热力学的最低温度, 其温标单位是开尔文 (K),  $0\text{K}$  约等于  $-273.15^\circ\text{C}$ 。物体在这个温度下没有热能, 物质的温度取决于物质内部所包含的原子、分子等粒子的动能。根据麦克斯韦-玻尔兹曼分布原理, 粒子动能越大, 物质温度就越高。在理论上, 物质可以达到绝对零度; 但在实际中, 绝对零度是不存在的。这是因为在任何空间都存有热量和能量, 并且能量、热量可以不断进行相互转换, 但不会消失。在绝对零度下, 原子和分子具有量子理论允许的最小能量。

热力学温标和摄氏温标之间的换算公式为:

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273.15。$$

### ► 液氢和液氧的作用

(1) 由液氢与液氧组成的双组元低温液体推进剂的能量极高，在发射通信卫星、宇宙飞船和航天飞机等运载火箭时广泛运用。

(2) 液氢可与液氟组成高能推进剂。

(3) 液氧的主要作用是助燃。

### ► 现代氢气的存储方式

(1) 气态氢存储：气态氢气一般采用高压储氢方式储存在钢瓶中，钢瓶瓶身的颜色为淡绿色，通过开启减压阀释放氢气。

(2) 液态氢存储：通过氢气绝热膨胀，先将气态氢转化为液态氢进行存储。液态氢一般存储在液态氢储存罐中。

(3) 固态氢存储：固态氢一般采用储氢合金来存储。其原理是：在一定的温度和压力下，某些特殊的金属吸收大量氢气，反应生成金属氢化物，当加热这些金属氢化物时，会发生分解反应，储存在金属中的氢就会被释放出来。

### ► 紫外光

紫外光 (ultraviolet light, UV) 又叫紫外线，是指波长小于 400 nm (纳米) 的光。它分为三个区段：短波长紫外区，波长为 190~280 nm；中波长紫外区，波长为 280~320 nm；长波长紫外区，波长为 320~400 nm。

### ► 可见光

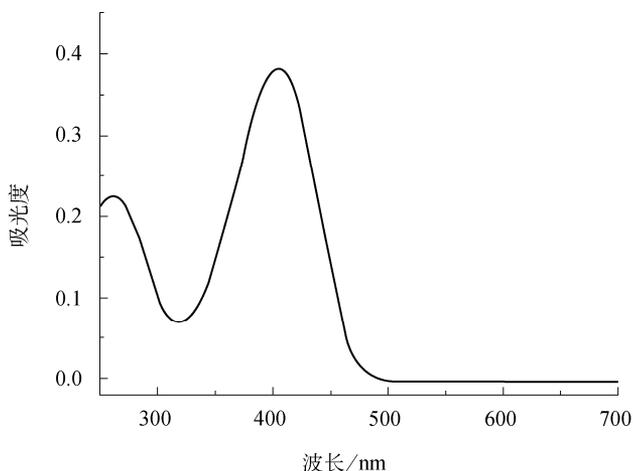
可见光 (visible light, VIS) 是指波长为 400~700 nm 的光。可见光由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色光组成。不同颜色的光对应不同的波长范围：红色：620~700 nm；橙色：590~620 nm；黄色：560~590 nm；绿色：490~560 nm；蓝色：420~480 nm；紫色：380~420 nm。

## ► 红外光 ( 红外线 )

红外光 (infrared light, IR) 又叫红外线, 是指波长为  $0.7\sim 500\ \mu\text{m}$  (微米) 的光。根据波长范围不同, 红外光又可划分为近红外 ( $0.7\sim 2.5\ \mu\text{m}$ )、中红外 ( $2.5\sim 25\ \mu\text{m}$ ) 和远红外 ( $25\sim 500\ \mu\text{m}$ )。人的眼睛对红外光不敏感, 要借助特殊的仪器或眼镜才能看到红外线。

## ► 紫外-可见光谱

在紫外-可见光谱 (ultra-visible spectroscopy, UV) 中, 横坐标表示波长, 单位通常用纳米 (nm); 纵坐标表示吸光度, 通常用 OD (optical density) 值表示。紫外光的波长范围分为两个区段, 波长在  $10\sim 200\ \text{nm}$  的称为远紫外区, 这种波长能够被空气中的氮、氧、二氧化碳和水所吸收, 因此只能在真空中进行, 这个区域的吸收光谱被称为真空紫外; 波长在  $200\sim 380\ \text{nm}$  的称为近紫外区, 一般的紫外光谱是指这一区域的吸收光谱; 波长在  $400\sim 750\ \text{nm}$  的称为可见光谱。常用的分光光度计一般包括紫外及可见两部分, 波长为  $200\sim 1000\ \text{nm}$ 。



紫外-可见光谱图

## ► 红外光谱

分子的振动形式可以分为伸缩振动和弯曲振动两大类。前者是指原子沿键

轴方向往复运动，键长在振动过程中发生变化；后者是指原子垂直于化学键方向振动。组成分子的各种基团都有自己特定的红外特征吸收峰。从理论上来说，每一个基本振动都能吸收与其频率相同的红外光，在红外光谱图对应的位置上出现一个吸收峰。

通常将红外光谱（infrared spectroscopy, IR）分为三个区域：近红外区（0.75~2.5 $\mu\text{m}$ ）、中红外区（2.5~25 $\mu\text{m}$ ）和远红外区（25~300 $\mu\text{m}$ ）。由于绝大多数有机物和无机物的基频吸收带都出现在中红外区，因此中红外区是研究和应用最多的区域，通常所说的红外光谱即指中红外光谱。按吸收峰的来源，可以将 2.5~25 $\mu\text{m}$  的红外光谱图大体上分为特征频率区（2.5~7.7 $\mu\text{m}$ ）以及指纹区（7.7~16.7 $\mu\text{m}$ ）两个区域。

在红外光谱中，横坐标表示波数，单位通常用  $\text{cm}^{-1}$  表示；纵坐标表示透光率，用  $T$  (%) 表示。

$$T = \frac{I}{I_0} \times 100\%$$

式中， $I$ ：透过光通量， $I_0$ ：入射光通量。

## 参考文献

A. Sella. 2008. Classic kit: Devar's flask. Chemistry World, 5.

# 贝克曼温度计



## 中文名

贝克曼温度计

## 英文名

Beckmann thermometer

## 发明者

恩斯特·奥托·贝克曼（Ernst Otto Beckmann）

## 主要功能

用于精密测量温度差值。可用于测量介质温度在 $-20\sim 155^{\circ}\text{C}$ 内变化且不超过 $5^{\circ}\text{C}$ 或 $6^{\circ}\text{C}$ 的温度差。刻度尺上的刻度一般只有 $5^{\circ}\text{C}$ 或 $6^{\circ}\text{C}$ ，最小刻度为 $0.01^{\circ}\text{C}$ 。

## 仪器构造

水银球与贮汞槽由均匀的毛细管连通，除水银外都是真空。贮汞槽用于调节水银球内的水银量，其背后的温度标尺只能大概表示温度数值，即当贮汞槽中的水银与水银球中的水银相连时，贮汞槽中水银面所在的刻度就表示温度的粗略值。同时，水银球中的水银量是可以调节的，因此，贝克曼温度计无法准确测量温度的绝对值。



贝克曼温度计

## 相关资料

贝克曼温度计是由德国化学家恩斯特·奥托·贝克曼发明的。贝克曼温度计有两种刻度标法：一种称之为下降式贝克曼温度计，即最小读数刻在刻度尺的上端，最大读数在刻度尺下端，用来测量温度的下降值；另一种称之为上升式贝克曼温度计，即最大读数在刻度尺上端，最小读数在刻度尺下端，用来测量温度的上升值。现代贝克曼温度计，刻度标尺总共为 $1^{\circ}\text{C}$ 或 $2^{\circ}\text{C}$ ，最小的刻度为 $0.002^{\circ}\text{C}$ 。

用贝克曼温度计测量温度时，首先要根据被测温度的高低，调节水银面的刻度，让毛细管中的水银面处在刻度尺适当的位置上。正确的使用方法是：首先将贝克曼温度计插入一个与待测体系起始温度相接近的已知体系内，待平衡后，如果毛细管内的水银面处在合适的刻度附近，就不必调整，否则就要进行

调整后才能使用。为确保读数的准确性，正确的做法是：第一，保持贝克曼温度计垂直，而且水银球应全部浸入所测温度的体系中；第二，保持眼睛与水银面在同一水平面上；第三，利用放大镜读取数值。此外，值得注意的是，由于毛细管中的水银面在上升或下降过程中有黏滞现象，读数前可以先用手指轻敲水银面处，以消除这种黏滞现象带来的误差。

温度计在我们的日常生活中并不陌生，从小到大，当我们身体发热（烧）到医院就诊时，医生/护士常常让我们先测量体温。用于测量体温的温度计一般是水银温度计，因为它的精确度较高。

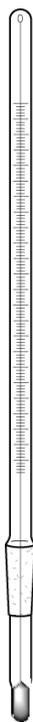


用于测量体温的水银温度计

现代实验室中除了贝克曼温度计外，常用的温度计还有酒精温度计。酒精温度计具有无毒、使用方便等特点。根据不同的测温范围，酒精温度计分有  $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 、 $0\sim 200^{\circ}\text{C}$ 、 $0\sim 300^{\circ}\text{C}$ ，以及  $-20\sim 100^{\circ}\text{C}$ 、 $-80\sim 60^{\circ}\text{C}$ 、 $-100\sim 20^{\circ}\text{C}$  等各种不同测程规格的温度计。此外，为了实验用方便，还有带磨口的温度计。



酒精温度计



带有磨口的温度计

## 发明者小传

---

恩斯特·奥托·贝克曼于1853年出生在德国的索林根（Solingen）。他的父亲是一位染料制造商，拥有一家生产矿物染料、颜料、磨料磨具、抛光材料的工厂。贝克曼在幼年时期就接触了化学实验，可以说在贝克曼成长过程中，化学一直伴随着他。1870年，在父亲的要求下，贝克曼选择了药剂学，他来到埃尔伯费尔德成为一名学徒。1874年，贝克曼进入威斯巴登学校就读，次年进入莱比锡（Leipzig）大学。在莱比锡大学，贝克曼遇到了著名化学家赫尔曼·科尔贝（Hermann Kolbe），于是他转为攻读化学专业，并跟随赫尔曼·科尔贝在莱比锡大学学习化学。1878年，贝克曼获得博士学位。在研究从酮（ketones）转化为肟（oximes）的化学反应过程中，贝克曼发现，在路易斯酸（Lewis acid）存在的条件下，肟能发生重排反应，生成酰胺（amides），利用这种重排反应能将环酮有效地转变成扩

环的内酰胺。这一重排反应即为现在著名的贝克曼重排反应。



环己酮肟的贝克曼重排反应

1887年，著名的威廉·奥斯特瓦尔德（Wilhelm Ostwald）来到莱比锡大学工作。在成为威廉·奥斯特瓦尔德的助手后，贝克曼将工作的重点转向了物理化学。当时，拉乌尔定律<sup>①</sup>很盛行，根据拉乌尔定律，通过测量溶液的蒸气压就能测出物质的相对分子质量。贝克曼通过测量沸点升高和凝固点降低测量了一些物质的相对分子质量，这些测量需要精确测定温差，而不是绝对值，为此，贝克曼发明了贝克曼温度计。他还大幅改进了拉乌尔的方法，并成为化学实验中的标准方法。直到20世纪末期，因更精确的电子仪器的诞生，这些依赖于溶液依数性的方法才被淘汰。

除了上述的贝克曼温度计和贝克曼重排反应这两项重要的发明外，贝克曼还与奥斯特瓦尔德合作，发现了钠（Na）和二苯甲酮（ $\text{Ph}_2\text{CO}$ ）在无水乙醚（ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ ）溶剂中反应生成蓝色溶液，这一反应至今仍被用于检验溶剂中是否含有水。



## 小资料

### ► 水银

化学名称：汞，化学符号：Hg，常温下呈液态。水银有毒，容易被皮肤、呼吸道和消化道吸收。水俣病就是由于吸收了有机汞而引起的慢性汞中毒。水银中毒后，不仅会造成中枢神经组织破坏，而且会损害口、牙齿、黏膜等。虽然水银的沸点很高，但在室温下，饱和水银蒸气的含量足以使人中毒。处理有机汞或水银等含汞的有毒物质必须在通风橱/柜中操作，以确保

<sup>①</sup> Raoult's laws, 指在某一温度下，稀溶液的蒸气压等于纯溶剂的蒸气压乘以溶剂的摩尔分数。

安全。

水银温度计被不慎打破后的正确处理方法是：取适量硫黄粉覆盖，使之产生化学反应生成硫化汞（HgS）。HgS 是固体化合物，不易蒸发，可放置数小时后清扫；另一种做法是用 20% 的三氯化铁（FeCl<sub>3</sub>）溶液喷洒，使之发生化学反应生成毒性小的汞-铁合金，放置数小时后清扫。应将回收的汞交给相关的单位处理。

现在使用的温度计大多数为酒精温度计。但有些医用温度计仍然使用水银，因为它的精确度高。

### › 质子酸

布朗斯特（Brönsted）提出的质子理论认为，凡是能给出质子（H<sup>+</sup>）的物质都是酸，凡是能接受质子（H<sup>+</sup>）的物质都是碱。实验室常见的无机质子酸和有机质子酸包括：盐酸（HCl）、硫酸（H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>）、硝酸（HNO<sub>3</sub>）、碳酸（H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>）、乙酸（CH<sub>3</sub>COOH）、甲酸（HCOOH）、三氟乙酸（CF<sub>3</sub>COOH）等。

### › 路易斯酸

吉尔伯特·牛顿·路易斯（G N Lewis）提出的一种酸碱理论认为，凡是接受电子对的物质都是酸，凡是可以提供电子对的物质都是碱。实验室常见的路易斯酸包括：三氟化硼（BF<sub>3</sub>）、三氯化铝（AlCl<sub>3</sub>）、三氯化铁（FeCl<sub>3</sub>）、五氯化铌（NbCl<sub>5</sub>）等。



### 参考文献

A. Sella. 2007. Classic kit: Beckmann thermometer. Chemistry World, 12.

# 赫希漏斗



## 中文名

赫希漏斗、赫氏漏斗

## 英文名

Hirsch's funnel

## 发明者

罗伯特·赫希（Robert Hirsch）

## 主要功能

用于真空或负压力抽吸过滤，是实验室中用于从液体溶液中分离提取固体化合物的一种常用仪器。

## 仪器构造

形状为锥形筒状，圆筒底面有很多小孔，下连一个狭长的筒状出口。



赫希漏斗

## 相关资料

赫希漏斗是由波兰籍的德国化学家罗伯特·赫希在前人设计的基础上修改发明的，其主要作用是固体过滤，用于把固体从溶液相中分离出来。使用方法是：先在漏斗底面垫上滤纸（滤纸的大小与漏斗底面的面积相当，以恰好能覆盖整个漏斗底面为宜），将漏斗的筒状出口插入抽滤瓶内，漏斗和抽滤瓶之间垫上橡胶垫圈用于密封接口，抽滤杯的侧口连接抽气系统。分离前，在滤纸上加入少量的液体湿润，开启抽气系统，在负压作用下，滤纸紧贴在漏斗上。将待分离的固-液混合物慢慢倒入漏斗中，液体在负压力作用下被抽进抽滤杯中，固体则保留在漏斗上面。通过这种设备就能很方便地将固体物质从溶液中分离出来。



抽滤装置

现代实验室中，为了使用方便，同时也为了增加抽滤系统的密闭性，提高减压过滤效率，赫希漏斗的筒状出口被设计成侧口连有抽气系统、底部带有磨

口接口的装置。使用带有连抽气系统和磨口接口的赫希漏斗时，可将赫希漏斗直接装在带有磨口的锥形瓶上使用，不需要加橡胶垫圈。



侧口连有抽气系统、底部带有磨口接口的赫希漏斗

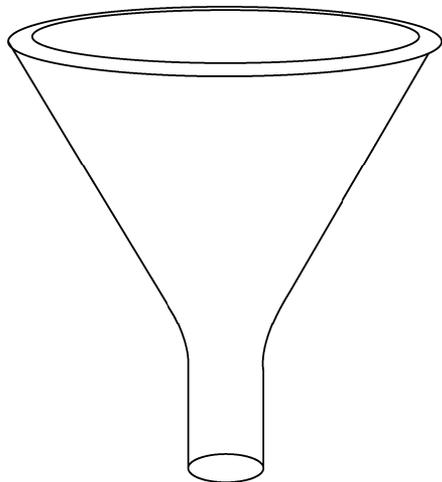
现代实验室中，用于对固-液进行减压分离的漏斗装置除了赫希漏斗外，主要还有砂芯漏斗和布氏漏斗。砂芯漏斗主要用于过滤细小沉淀，因为细小沉淀有时会阻塞滤纸，用砂芯漏斗过滤时不需要铺垫滤纸；布氏漏斗的构造和用法与赫希漏斗相同（布氏漏斗的容量较大，形状一般为筒状，圆筒底面像赫希漏斗一样有很多筛孔，下连一个狭长的筒状出口）。当需要分离的固体量比较多时，一般会选择布氏漏斗；当分离固体的量比较少时，一般用赫希漏斗。现代实验室中除了使用上述漏斗外，根据不同的用途，还有其他不同材质和形状的漏斗，如用塑料或玻璃制成的短颈漏斗、长颈漏斗等。



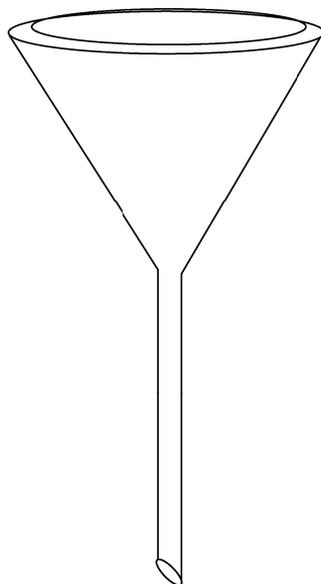
砂芯漏斗



布氏漏斗



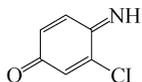
短颈漏斗示意图



长颈漏斗示意图

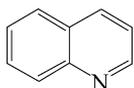
## 发明者小传

罗伯特·赫希于 1856 年出生在波兰但泽 (Danzig) 一个富有的家庭，父亲是著名的医生和学者。罗伯特·赫希在法国的斯特拉斯堡 (Strasbourg) 大学攻读化学专业博士学位，师从当时著名的合成化学家鲁道夫·菲蒂希 (Rudolf Fittig)，并于 1878 年获得博士学位，博士论文是关于氯代醌亚胺 (Chloroquinone imide) 的合成。

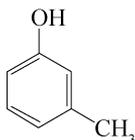


氯代醌亚胺分子的化学结构式

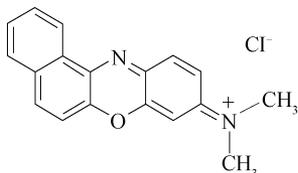
毕业后不久，罗伯特·赫希在科隆 (Cologne) 的一个染料公司找到了一份工作，主要从事染料的研究。罗伯特·赫希非常喜欢这份工作，常常工作到很晚，发表了一系列有关喹啉和甲酚的研究论文。由于工作出色，1887 年，罗伯特·赫希被任命在英国中部的一个染料工厂当主管。在此期间，他不断研究新的染料化合物，并取得了一系列的研究成果，其中包括梅尔多拉 (Meldola's blue) 蓝色染料的合成。



喹啉分子的化学结构式



甲酚分子的化学结构式



梅尔多拉蓝色染料分子的化学结构式



令人难以置信的是，直到 18 世纪 60 年代，从反应液中收集固体化合物只有两种方法：一种是轻轻倾倒入容器上层的清液层，让固体留在容器下面；另外一种是把容器中的所有混合物（包括固体和液体）全部倒入一个事先折叠好的锥形的滤纸上，然后耐心等待，直到滤纸里的溶剂挥发完后才能收集到固体物质。这两种分离和收集固体的方法都很不方便，而且耗时很长。1865 年，瑞士一位年轻的化学工作者朱利斯·皮卡德（Jules Piccard）发明了水压真空泵，即用水泵抽真空。于是，化学家就开始利用减压过滤法分离收集固体。由于能快速地将固体物质从溶液中分离开来，因而这种减压过滤法大受欢迎，并很快在所有的实验室中得到应用，成为一种常规的分离方法。

然而，这种减压过滤法在应用中遇到一个让人头疼的问题：锥形漏斗中的滤纸在减压抽滤过程中很容易被戳破。这是由于在减压过程中，在锥形漏斗中产生的所有压力都被施加在滤纸的尖锥上，导致尖锥上的滤纸很容易被戳破。为了弥补这一不足，德国化学家奥托·维特（Otto N. Witt）于 1886 年对过滤装置做了较大的修改。他建议在锥形漏斗内放置一个预先打好筛孔的圆片，再在圆片上垫上两层滤纸，这样一来，减压过程中产生的压力就可以分布在整个漏斗表面上，施加在尖锥上的力得到了缓解，滤纸就不会被戳破。此外，维特还建议在过滤完毕后，在漏斗上方盖上一表面皿，然后将漏斗倒置过来，用镊子将表面皿里的圆片和滤纸拿掉，就得到想要的固体物质了。这一改进后的过滤方法比先前的方法更实用，并且操作简单，很快成百上千个漏斗被制造出来，在整个欧洲得到了广泛的应用。

赫希对漏斗的发明改造更胜一筹。赫希在使用维特修改的漏斗过滤时发现，维特的圆片设计有一个缺点：液体在过滤时常常会渗漏到圆片的边缘上，固体颗粒会沿着圆片边缘进入滤液瓶中。于是，赫希对过滤装置做了进一步的修改：用陶瓷材料做锥形漏斗，漏斗内镶嵌着一个带有筛孔的圆底，圆底下连一个狭长的筒状出口，整个装置为一体，组成一个减压过滤用漏斗装置。由于这一装置更为方便和实用，赫希漏斗很快取代了维特

设计的圆片漏斗。

赫希在英国哈德斯菲尔德（Huddersfield）生活了近 10 年后返回德国，在柏林开了一家肥皂工厂，由于不擅管理，赫希的工厂在 1902 年倒闭。令人惋惜的是，赫希于当年 5 月 18 日晚结束了自己 57 岁的生命。减压过滤在今天仍在普遍使用，没有一个实验室不在使用赫希漏斗。罗伯特·赫希发明改造的赫希漏斗支撑着化学领域的每一次成功。



## 小资料

### ► 染料

染料是指有颜色的物质，其作用是能使纤维或其他材料着色，但有颜色的物质并不一定是染料。染料的用途很广，不仅用于纺织物的染色和印花，还用于食品、塑料、油漆、造纸等许多方面。染料分为天然染料和人工合成染料两大类。天然染料主要是植物染料，如靛蓝、茜草、红花、紫草、苏木、石榴、黄栀子、崧蓝、苧草、墨水树等；人工合成染料主要是从煤焦油中分馏出来（或石油加工）经化学加工而成，常见的合成染料有偶氮、蒽醌、芳甲烷等。与天然染料相比，合成染料具有颜色鲜艳、能大量生产等特点。

### ► 颜料

颜料是指有颜色的细颗粒粉状物质，一般不溶于水，能分散于油、有机溶剂和树脂等介质中。颜料分有机颜料和无机颜料两类，有机颜料如酞菁蓝、酞菁绿、颜料红、颜料橙等；无机颜料包括无机盐和金属氧化物，如朱砂、雄黄、红土、钛白、镉红、铁蓝、铬黄、炭黑等。颜料常用于涂料、油墨、塑料和橡胶的着色。颜料具有强遮盖力、着色力和光稳定性。

染料与颜料的区别：

(1) 染料是能将纤维或其他基质染成一定颜色的有机化合物。用于织物染色和印花的染料大多可溶于水，或通过一定的化学处理在染色时转变成可溶状态。用于油蜡、塑料等物质着色的染料一般不溶于水但可溶于醇、油等有机

溶剂。

(2) 颜料是不溶于水和一般有机溶剂的有色物质。不是所有的有色物质都可用作颜料，要成为颜料，有色物质必须具备一些性能，如色彩鲜艳、易于分散、着色牢固、耐日晒、耐酸碱、耐有机溶剂等。

### 参考文献

A. Sella.2009. Classic kit: Hirsch's funnel. Chemistry World, 3.

# 球形冷凝管



## 🧪 中文名

球形冷凝管

## 🧪 英文名

Allihn condenser

## 🧪 发明者

费利克斯·理查德·阿林（Felix Richard Allihn）

## 🧪 主要功能

用于有机合成反应，对加热回流反应中易挥发的有机溶剂起冷凝作用。

## 🧪 仪器构造

球形冷凝管由内管、外管两部分组成，主要用于有机合成反应中的液体加热回流。内管一般由 4~6 个玻璃球连接而成，外管的上下两侧分别连有接头，分别用作出水口和进水口。使用时，将下端的连接口用塑胶管接上水龙头，当作进水口；而上端的连接口用塑胶管连接插入水槽中，当作出水口。从水龙头进入的水在冷凝管中与温度高的溶剂蒸气进行热交换，将溶

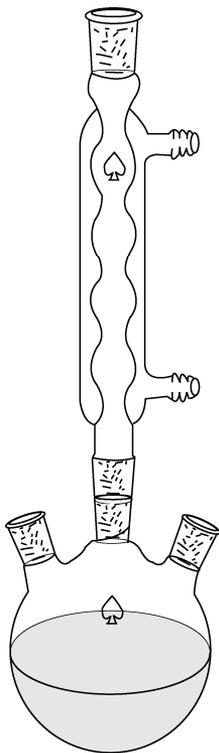


球形冷凝管

剂蒸气进行冷却，冷却后的有机溶剂回到反应瓶中继续充当反应溶剂，而被热交换后的水则从上端出水口处流出。

## 相关资料

球形冷凝管是由德国化学家费利克斯·理查德·阿林发明的。主要用于有机合成加热反应中的液体回流冷却，是现代有机合成实验室中不可缺少的反应仪器。有机合成反应常常需要加热，当用易挥发的有机溶剂（如甲苯、二氯甲烷等）作为反应溶剂时，需要在反应发生装置上加设冷凝回流装置，使反应中因加热而变成蒸气的溶剂通过冷却后由气态变回到液态，回流到反应瓶中继续充当溶剂使用。球形冷凝管适用于各种沸点的有机溶剂，回流速度可通过控制反应温度、冷凝水流量、冷却水温度等参数进行调节。

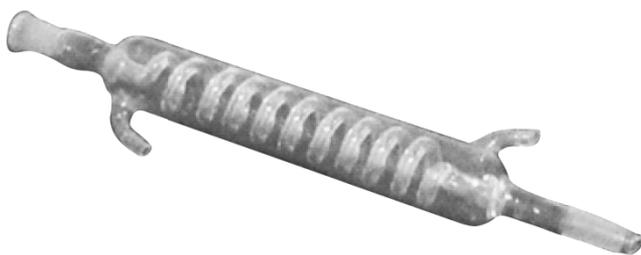


加热回流用的球形冷凝管示意图

在现代实验室中，用于起冷凝作用的除了球形冷凝管外，还有直形冷凝管、蛇形冷凝管和空气冷凝管。直形冷凝管和蛇形冷凝管需要冷却水，所以冷凝管上设有进水口和出水口。直形冷凝管由内外组合的直形玻璃管构成，主要用于蒸馏沸点小于  $140^{\circ}\text{C}$  的液体溶剂。蛇形冷凝管的功能与球形冷凝管一样，主要用于有机合成反应中的加热回流，适用于沸点较低的液体。空气冷凝管主要用于蒸馏或分馏液体，当蒸馏物沸点超过  $140^{\circ}\text{C}$  时，一般要使用空气冷凝管，以避免直形冷凝管通水冷却导致玻璃温差大而炸裂。空气冷凝管不需要冷却水，故冷凝管没有进水口和出水口。



直形冷凝管



蛇形冷凝管



空气冷凝管

## 发明者小传

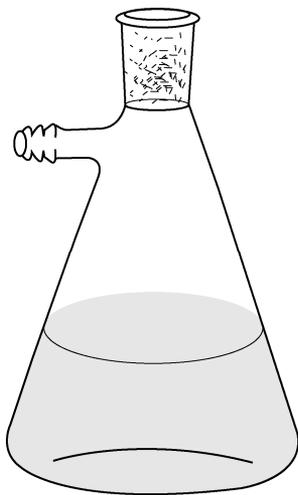
---

费利克斯·理查德·阿林于1854年出生于德国。有关阿林的家庭背景和成长过程的记载很少，据说他的父亲是一个多产的哲学家。阿林就读于莱比锡（Leipzig）大学，跟随有机化学家保罗·德格纳（Paul Degener）从事糖方面的研究。

1870年前后，阿林发表了几篇有机化学方面的文章，然后于1879年被介绍到德国化学学会工作。作为助手，阿林在农业生理学研究所（the institute of agricultural physiology）任期刊编辑。1882年，阿林发表了利用重量法测定还原糖的方法，这种方法在当时被广泛采用。十年后，阿林来到了柏林，进入仪器制造公司从事仪器制造工作。

当时，仪器制造公司对很多仪器，包括本生灯、赫希漏斗、抽滤瓶等进行了改进。阿林在一篇文章中看到报道，说直形冷凝管用于沸点低的有机溶剂（如醚类溶剂）的冷却效果不好，于是他对冷凝管的改进产生了兴趣。阿林的改进设计很简单：将直形冷凝管内的直形玻璃管改成由多个球形组成的玻璃管，以增加冷凝管内的表面积，这样就可以实现管内的蒸气

与外管中的冷却水进行最大的热交换。这个改进工艺简单，价格低廉，并且大大提高了冷凝管的冷凝效果，很快得到了广泛的使用。即使在今天的化学实验室中，球形冷凝管也是必不可少的反应设备。



抽滤瓶示意图



## 小资料

### ▶ 实验室常用的有机溶剂

乙醚、石油醚、乙酸乙酯、丙酮、甲醇、乙醇、四氢呋喃、乙腈、甲苯、苯、二氯甲烷、三氯甲烷、正己烷、环己烷、二甲基亚砜、*N,N*-二甲基甲酰胺等。

### ▶ 易挥发的有机溶剂

乙醚、石油醚、乙酸乙酯、丙酮、甲醇、乙醇、四氢呋喃、乙腈、甲苯、苯、二氯甲烷、三氯甲烷、正己烷、环己烷等。

### ▶ 能与水互溶的有机溶剂

丙酮、甲醇、乙醇、四氢呋喃、乙腈、二甲基亚砜、*N,N*-二甲基甲酰胺、甲酸、乙酸等。



## ▶ 有机溶剂的安全存放

沸点低、蒸气压高、易挥发的有机溶剂一般具有易燃、易爆等特点，因此在实验室存放该类溶剂时应注意通风、禁止明火，溶剂必须存储在密闭式容器里。

## ▶ 灭火器

灭火器有干粉灭火器、泡沫灭火器、二氧化碳灭火器等。干粉灭火器适用于扑救各种易燃、可燃气体、液体和固体火灾，以及电器火灾。泡沫灭火器适用于扑救各种油类火灾、木材、纤维、橡胶等固体可燃物火灾。二氧化碳灭火器适用于扑救各种易燃、可燃气体、液体火灾，以及扑救各种仪器、仪表、图书、档案、工艺品、低压电器设备等。

## ▶ 干粉灭火器的使用方法

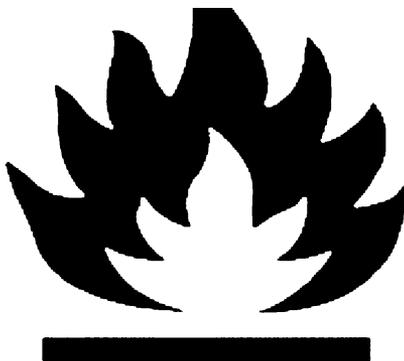
干粉灭火器的使用操作方法是：第一步，拔掉保险销；第二步，左手握着喷管，右手提着压把；第三步，在距离火焰 2 米处，用力压下压把，左手拿着喷管左右摆动，喷射干粉到整个燃烧区域。



手提式干粉灭火器

## ▶ 实验室安全警示标志

常见的实验室安全警示标志有：易燃物品、易爆物品、剧毒物品、易腐蚀物品、对环境有危害的物品、对人体有危害的物品完全警示标志，等等。



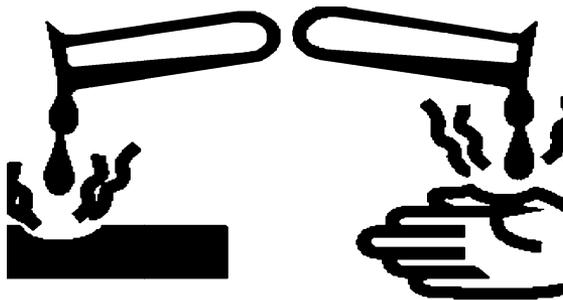
易燃物品的安全警示标志



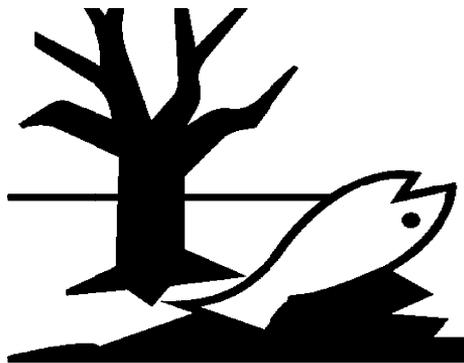
易爆物品的安全警示标志



剧毒物品的安全警示标志



易腐蚀物品的安全警示标志



对环境有危害的物品的安全警示标志



对人体有危害的物品的安全警示标志



### 参考文献

A. Sella. 2010. Classic kit: Allihn condenser. Chemistry World, 5.

# 席格蒙迪超显微镜



## 中文名

席格蒙迪超显微镜、狭缝超级显微镜

## 英文名

Zsigmondy's ultramicroscope

## 发明者

理查德·阿道夫·席格蒙迪（Richard Adolf Zsigmondy）

## 主要功能

将微小物体放大成为人的肉眼能看到。

## 仪器构造

显微镜是由一个或几个透镜组合构成的一种光学仪器，是人类进入原子时代的标志。现代光学显微镜由目镜、物镜、粗准焦螺旋、细准焦螺旋、压片夹、通光孔、遮光器、转换器、反光镜、载物台、镜臂、镜筒、镜座、聚光器、光阑等组成。



现代光学显微镜

## 相关资料

席格蒙迪超显微镜是由奥地利化学家理查德·阿道夫·席格蒙迪和卡尔蔡司（Carl Zeiss）公司合作研制的，主要用于放大微小物体（颗粒），使人的肉眼能够看到。显微镜是利用凸透镜的放大成像原理，将人眼不能分辨的微小物体放大到人眼能分辨的尺寸。光学显微镜通常由光学、照明和机械三部分组成，其中光学部分最为关键，由目镜和物镜组成。早期的席格蒙迪超显微镜的结构比较简单，只是在显微镜中加入粗动和微动调焦机构、照明系统和承载标本片的工作台。现代光学显微镜种类很多，常用的显微镜有双目连续变倍体视显微镜、金相显微镜、偏光显微镜、紫外荧光显微镜等。

## 发明者小传

---

理查德·阿道夫·席格蒙迪于 1865 年出生在奥地利维也纳 (Vienna) 一个富有的家庭，父亲是著名的牙医和学者，发明了几种牙科医疗器材，还发表了一些相关的医学论文，并不断激发孩子们对科学的热情和兴趣。因此，席格蒙迪在幼年时期就表现出对化学和物理的浓厚兴趣，并拥有装备很好的家庭化学实验室，可以根据教科书做化学实验。席格蒙迪 15 岁时，他的父亲去世了，席格蒙迪由母亲抚养长大，并接受了全面的教育。母亲鼓励孩子们亲近大自然，积极参加户外运动，童年时期，席格蒙迪和他的兄弟们常常去登山、游泳和潜水。

在维也纳大学医学院，席格蒙迪开始了他大学阶段的学习，但为了学习化学，他很快就转学到维也纳工业大学，后来又转到德国慕尼黑大学。在慕尼黑大学期间，他在威廉·冯·米勒教授的指导下开始科学研究，并于 1889 年获得有机化学专业的博士学位。席格蒙迪后来离开有机化学领域，加入柏林大学奥古斯特·孔特 (August Kundt)<sup>①</sup> 的物理研究组。1893 年，席格蒙迪返回奥地利，成为格拉茨 (Graz) 一所学校一位年轻的讲师。他开始从事玻璃着色和釉料的研究，这项研究让他与耶拿 (Jena) 的肖特玻璃公司 (Schott Glass company) 建立了联系。

当时，胶体化学 (colloids chemistry) 正在兴起，人们对胶体的组成和性质还不是很了解，胶体的表面现象让研究者感到很茫然：悬浮着的物质不沉淀，也不能通过羊皮纸过滤器，扩散速度比正常溶液慢得多。根据这些现象，研究者推测这些悬浮物一定具有大的颗粒，而当时的经典仪器和技术对胶体的测试和表征都一一失败，不能给出正确的解释。研究者开始思考一个问题：这种颗粒能不能被肉眼看见？怎么做才能看见？

胶体化学同样也引起了席格蒙迪的兴趣。他用普通的显微镜观察胶体的吸收和光散射。为了更好地研究胶体颗粒，席格蒙迪离开学校，加盟肖特玻璃公司。经过多次的细心观察，席格蒙迪注意到这样一种现象：完全澄清的溶液能使光束分散到锥顶，而胶体溶液则不能。这一发现让席格蒙

---

① 著名粉末填充管的发明人，该粉末填充管用于证明声学驻波。

迪兴奋不已，他改变了以往的实验方法（照射光从底部照射溶胶），而采用新的实验方法：将照射光调整到合适的角度进行照射。没想到这一方法的改变让席格蒙迪的视野布满了舞动的光斑。很快，他与卡尔蔡司（Carl Zeiss）公司的光子物理学家亨利·西登托普夫（Henry Siedentopf）合作，研制了狭缝超显微镜：用两个细微的狭缝（窗口）小心地将校准了的光束引入样品中，通过对一定体积内抖动的颗粒数的计算，他们能够计算出颗粒的尺寸大小。席格蒙迪的狭缝超级显微镜能看到比用阿贝（Ernst Abbe）显微镜小十万倍的颗粒。

席格蒙迪狭缝超级显微镜的发明，有助于揭示胶体的秘密。在随后的五年内，化学家佩林（Jean Perrin）用席格蒙迪超显微镜研究粒子运动，用实验验证了布朗运动，并求得阿伏伽德罗常量。1925年，席格蒙迪因证明了胶体溶液的异相性质，以及确立了现代胶体化学的基础，被授予诺贝尔化学奖。



## 小资料

### ► 阿伏伽德罗常量

阿伏伽德罗常量（Avogadro constant）的数值为  $(6.022\ 14129 \pm 0.000\ 00027) \times 10^{23}$ （2010年 CODATA 数据）。计算时，一般取  $6.02 \times 10^{23}$ 。它的正式定义是  $0.012\ \text{kg}^{12}\text{C}$  中包含的  $^{12}\text{C}$  原子的数量。

### ► 布朗运动

1827年，苏格兰植物学家罗伯特·布朗发现水中的花粉及其他悬浮的微小颗粒在不停地做无规则的曲线运动，后人将其称为布朗运动。颗粒越小、温度越高，布朗运动越明显。

### ► 胶体

胶体（colloid）是分散质粒子直径介于粗分散体系和溶液之间的一类分散

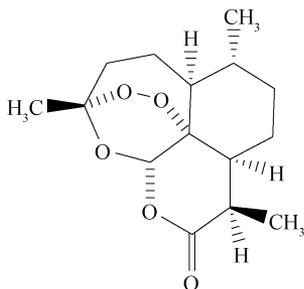
体系（分散质粒子直径为 1~100nm 的分散系），是一种高度分散的不均匀多相体系。按照不同的分散剂，胶体可分为气溶胶、液溶胶和固溶胶。

### ► 诺贝尔奖项

诺贝尔生于瑞典的斯德哥尔摩，是杰出的化学家、发明家、企业家。他一生获得无数技术发明专利，其中以硝酸甘油制作炸药的发明最为闻名。他不仅从事技术发明，而且兴办实业，开设了多家公司和工厂，积累了巨额财富。辞世前立下遗嘱，将其大部分财产作为基金，每年用这个基金的利息作为奖金，奖励那些在前一年为人类做出卓越贡献的人。诺贝尔奖设置如下奖项：诺贝尔化学奖、诺贝尔物理学奖、诺贝尔生理学或医学奖、诺贝尔文学奖、诺贝尔和平奖、诺贝尔经济学奖。诺贝尔奖的首次颁发是在 1901 年。

北京时间 2012 年 10 月 11 日，瑞典文学院宣布中国作家莫言获得 2012 年诺贝尔文学奖。莫言成为首位获得诺贝尔文学奖的中国籍作家。

2015 年 10 月 5 日，瑞典卡罗琳医学院在斯德哥尔摩宣布，中国女药学家、中国中医科学院中药研究所首席研究员屠呦呦获 2015 年诺贝尔生理学或医学奖。这是中国科学家因为在中国本土进行的科学研究而首次获诺贝尔科学奖，是中国医学界迄今获得的最高奖项。她发现的青蒿素能有效降低疟疾患者的死亡率，拯救了成千上万人的生命。



青蒿素分子的化学结构式



### 参考文献

A. Sella. 2012. Classic kit: Zsigmondy's ultramicroscope. Chemistry World, 3.

# 旋转蒸发器



## 中文名

旋转蒸发器

## 英文名

Rotary evaporator

## 发明者

莱曼·克雷格（Lyman C. Craig）

## 主要功能

用于溶剂的回流、快速蒸发、微量组分的浓缩等过程，是在实验室中广泛使用的一种蒸发仪器，在医药、化工和生物制药等行业具有广泛的应用。

## 仪器构造

在真空条件下，恒温加热，使蒸馏瓶恒速旋转，物料在瓶壁形成薄膜，高效蒸发。低沸点的有机溶剂蒸气经玻璃冷凝管冷却，回收到收集瓶中。旋转蒸发仪的主要元件包括：真空系统、旋转马达、蒸气管、水浴锅、冷凝管、收集瓶等。



旋转蒸发仪

## 相关资料

旋转蒸发仪是由美国化学家莱曼·克雷格发明的，主要用于低沸点溶剂的快速蒸发和组分的浓缩。旋转蒸发仪由 6 种元件组成，它们的主要功能分别为：旋转马达用于带动装有溶液的圆底烧瓶的旋转；蒸发管用于支撑轴（支撑烧瓶旋转）和导气管（通过蒸发管，真空系统将溶剂蒸气从蒸馏瓶吸出到冷凝管内）；真空系统（水吸气泵或机械真空泵）用于减少蒸发仪系统内的压力；水浴锅用于加热；冷凝管（接冷却水）用于冷却从蒸馏瓶中蒸出的有机溶剂；收集瓶用于收集从冷凝管中冷却下来的有机溶剂。

## 发明者小传

莱曼·克雷格于 1906 年出生在美国爱荷华的帕尔米拉 (Palmyra)。1931 年，他毕业于爱荷华州立大学，获博士学位，然后在约翰·霍普金斯大学 (The Johns Hopkins University) 做博士后研究。博士后出站后，克雷格于 1933 加入洛克菲勒医学研究所成为化学药理学研究助理，研究方向为生物碱（一类非常有用的药物分子，其化学组成非常复杂）。在洛克菲勒医学研究所工作期间，克雷格发明了一种逆流分布技术 (countercurrent



distribution, CCD), 该技术能将大组分的生物分子分解成小组分的生物分子(这是当时生物化学领域面临的大问题), 这种技术对当时研究生物分子功能和药物发展是非常必要的。为此, 克雷格于1963年获得了艾伯特·拉斯克基础医学研究奖(Albert Lasker Basic Medical Research Award)。

化学药理的研究工作使得克雷格在玻璃仪器的设计和化学装置的制作加工方面花了很多时间。他的研究工作内容有: 纯化短杆菌肽、胆汁酸、胰岛素、类固醇激素等, 涉及很多生物分子, 要求高的分离、萃取技术和化学设备, 很多实验操作需要在温度较低的环境下完成。而当时的化学设备和萃取、分离技术不能满足实际要求, 因此克雷格开始自己设计并制作仪器和装置。1950年, 克雷格在一篇文章中描述了他的发明: 装在一个圆底烧瓶中的溶剂在减压条件下能被蒸馏到另一个烧瓶中(早期蒸发仪的设计原理)。利用这种化学设备, 他成功完成了多肽中氨基酸序列的测定工作。他的这一发明引发了一系列的模仿者和仪器的发展。其中, 最为著名的是瑞士的玻璃制作商瓦尔特·布基(Walther Büchi), 他对克雷格发明的旋转蒸发仪进行了改造, 并于1957年应用到商业中。

克雷格一生中设计出许多方法用于解决一些常规方法难以解决的化学实验问题(如物质之间的共混合分离)。微蒸馏、升华、分步结晶、氢化还原等只是他众多发明方法中的几种。克雷格发明的旋转蒸发仪和相流分布技术对化学和医学等领域的发展做出了杰出的贡献。除了获得艾伯特·拉斯克基础医学研究奖外, 克雷格还获得了美国化学会授予的费希尔分析化学奖(Fisher Award in Analytical Chemistry)和美国医药协会授予的科尔索夫奖章(Kolthoff Medal)。克雷格博士于1974年去世, 终年68岁。

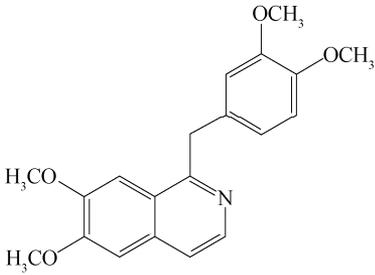


## 小资料

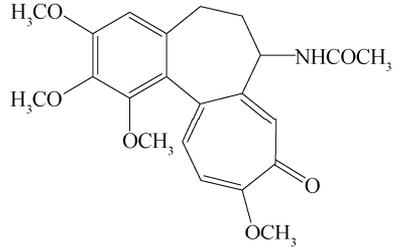
### ► 生物碱

一类含氮的有机杂环化合物。大多数生物碱分子有复杂的环状结构, 氮原子包含在环内。大多数生物碱分子显碱性, 能与酸结合生成盐。生物碱主要存

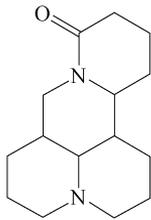
在于自然界的植物（如茄科、罂粟科、毛茛科等植物）中，有显著的生物活性，是中草药中重要的有效成分之一。一些常见的生物碱的分子结构式如下图所示。



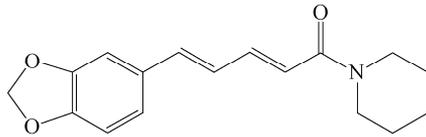
罂粟碱



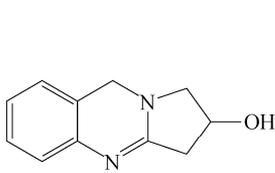
秋水仙碱



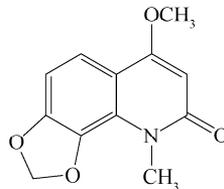
苦参碱



胡椒碱



鸭嘴花碱

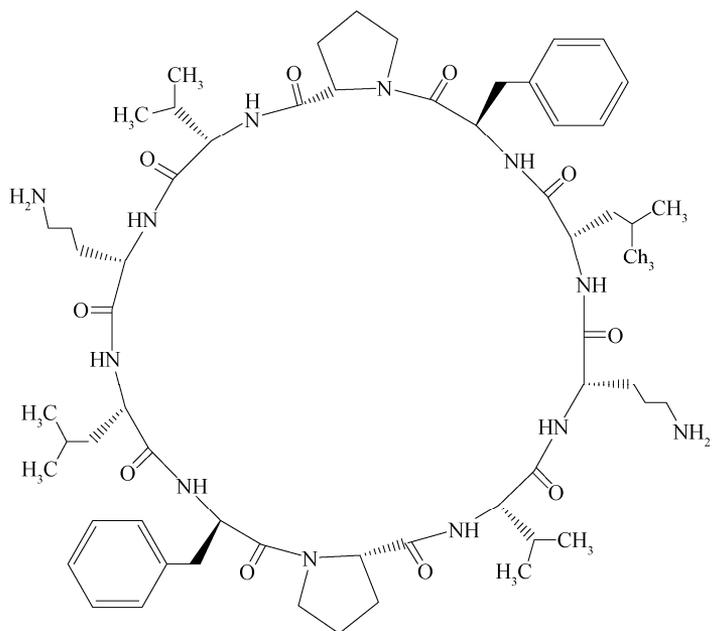


香肉果碱

一些生物碱的分子结构式

### ► 短杆菌肽 (Gramicidin)

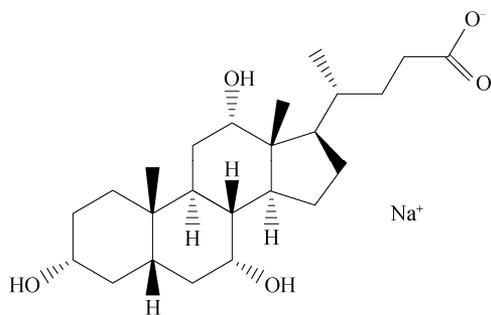
短杆菌肽通常是由短芽孢杆菌中提取的一类物质的总称，包括短杆菌肽 A、短杆菌肽 B、短杆菌肽 C、短杆菌肽 D、短杆菌肽 S 等。短杆菌肽 S 的分子结构式如下图所示。



短杆菌肽 S 的分子结构式

### ► 胆汁酸

胆汁酸 (sodium cholate) 是胆汁的重要成分，在脂肪代谢中起着重要作用。胆汁酸的分子结构式如下图所示。



胆汁酸的分子结构式

### ► 人胰岛素

胰岛素 (insulin) 是由胰脏内的胰岛  $\beta$  细胞受内源性或外源性物质等的刺



# 锥形瓶



## 中文名

锥形瓶、三角烧瓶

## 英文名

Erlenmeyer flask

## 发明者

理查德·奥古斯特·卡尔·埃米尔·厄伦美厄（Richard August Carl Emil Erlenmeyer）

## 主要功能

用于化学实验中的滴定实验、回流加热及结晶，是化学实验室中常见的一种玻璃仪器。

## 仪器构造

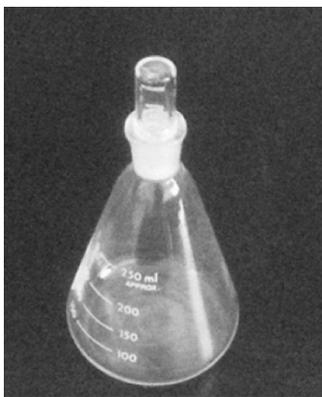
由硬质玻璃制成的纵剖面呈三角形的容器。瓶口小、瓶底大，可防止化学分析滴定过程中进行振荡时反应液溅出。该容器外观呈平底圆锥状，下阔上狭，有一圆柱形颈部，上方开口，可用软木塞或橡胶塞封闭。瓶身有刻度，用于标记所盛的容量。



锥形瓶

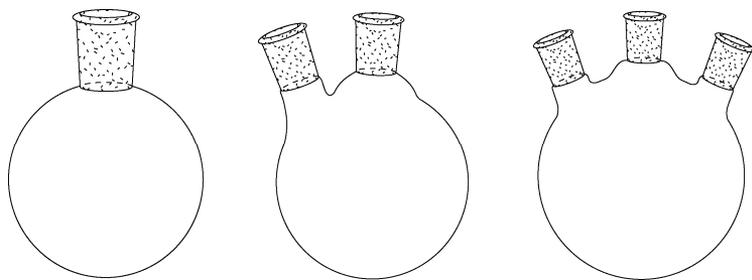
### 相关资料

锥形瓶是由德国化学家理查德·奥古斯特·卡尔·埃米尔·厄伦美厄于1861年发明的，是化学实验室中最常见的一种玻璃仪器。锥形瓶一般用于滴定实验，为了防止滴定液下滴时溅出瓶外，可将瓶子放在磁力搅拌器上搅拌，或用手握住瓶颈均匀晃动。锥形瓶也可用于实验室中制取气体或作为容器使用，颈部可以加塞子塞住，宽且平的底部易于平放在实验台上。实验室中常用的锥形瓶容量一般有50mL、100mL和250mL等规格，也可根据实际需要特制不同容量的锥形瓶（小至10mL，大至2000mL均可）。在现代实验室中，还有一种带磨口的锥形瓶。与普通的锥形瓶相比，带有磨口的锥形瓶更方便用于反应中加热回流（与带有磨口的冷凝管相接）和方便瓶口加塞（磨口塞）。

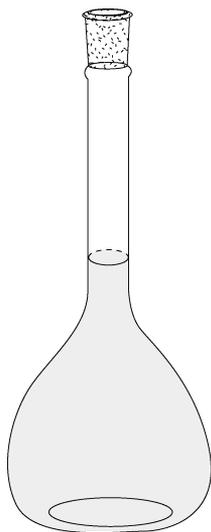


带磨口的锥形瓶

烧瓶是实验室中最常用的玻璃器皿。在化学实验室中，除了上述的锥形瓶外，还有圆底烧瓶和平底烧瓶。圆底烧瓶主要用作反应容器，适于加热、煮沸液体，根据不同的使用要求，常用的圆底烧瓶分为单颈圆底烧瓶、双颈圆底烧瓶和三颈圆底烧瓶；平底烧瓶主要用于盛装液体物质。



单颈、双颈、三颈圆底烧瓶示意图



平底烧瓶示意图

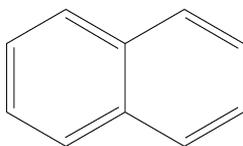
## 发明者小传

理查德·奥古斯特·卡尔·埃米尔·厄伦美厄于1825年出生在德国的威斯巴登（Wiesbaden），他的父亲是一名牧师。厄伦美厄一开始学医学，但很快被尤斯图斯·冯·李比希（Justus von Liebig）的化学课所吸引，于是转向学习化学。然而，当时想跟随著名化学家李比希学习化学的人很

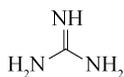
多，竞争非常激烈，厄伦美厄没能进入李比希的实验室，只好在其他几个研究组做些实验。可是，厄伦美厄的父亲坚持要厄伦美厄学医，于是，厄伦美厄只好赴海德堡学习药理学。在获得了药剂师的执照后，厄伦美厄在卡岑奈伦博根做了五年药剂师。

在海德堡求学期间，厄伦美厄遇见了罗伯特·威廉·本生（Robert Wilhelm Bunsen），并跟随他一起研究肥料化学。1855年，厄伦美厄在海德堡以肥料化学为论文主题获得了高等学校教师资格。1857年，他成为海德堡大学的无薪讲师，并开设了一个肥料工业的私人咨询实验室。1863年，他成为海德堡大学的副教授。此后，他被慕尼黑技术学校（今慕尼黑工业大学的前身）聘任为化学教授，同时出任不同化学公司的顾问。

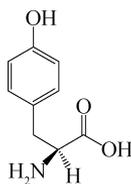
在海德堡，厄伦美厄还遇见了年轻的化学家凯库勒（August Kekule，在梦境中发现化合物苯的环形结构），他们一起任教，并协助凯库勒编辑化学杂志。厄伦美厄在杂志上发表了他的理论供同行讨论。他是第一个认识到多键的人，他提出碳原子与碳原子之间能以单键、双键或三键相连，并由此阐明了许多化学结构式。在慕尼黑技术学校，他集中精力研究有机化合物的结构，正确地解释了化合物萘、脲和酪氨酸的结构。他还提出了合成脲和酪氨酸的方法。吡内酯的合成方法是他命名的。



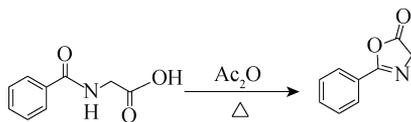
萘分子的化学结构式



脲分子的化学结构式



酪氨酸分子的化学结构式



吡内酯的合成

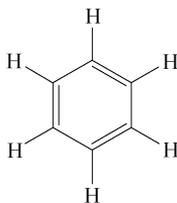
尽管厄伦美厄参加的社会活动很多，但在内心深处他依然觉得自己是一个实用化学家。他发明了石棉网来保护玻璃器皿不被烧坏，这对于在当时还没有派热克斯（Pyrex）玻璃制备的烧瓶而言是至关重要的。他设计的同名烧瓶（厄伦美厄瓶）非常适合用于溶液加热、重结晶，以及分析化学中的滴定操作，是化学实验中不可或缺的化学仪器，为现代化学的发展和进步做出了重要的贡献。



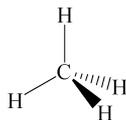
## 小资料

### 凯库勒——苯环的发明者

凯库勒（1829—1896），德国化学家。他的主要贡献在于提出了有机物分子中碳原子的四价理论，而且碳原子之间可以互相结合成碳链，为现代结构理论奠定了基础。他的另一重大贡献是首次提出了苯的环状结构理论，并发表了论文《论芳香族化合物的结构》，这一理论极大地促进了芳香族化学的发展和有机化学工业的进步。



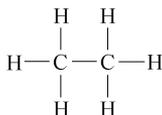
苯的结构简式



有机分子中碳原子的四价结构式

### ► 碳碳单键 ( $sp^3$ 杂化轨道)

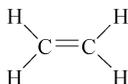
由碳原子的一个  $2s$  轨道和三个  $2p$  轨道进行杂化, 形成四个能量相同的杂化轨道, 称为  $sp^3$  杂化轨道。轨道与对称轴之间的夹角为  $109.5^\circ$ 。典型碳碳单键有机分子乙烷的分子结构如下图所示。



乙烷分子碳碳单键结构式

### ► 碳碳双键 ( $sp^2$ 杂化轨道)

由碳原子的一个  $2s$  轨道和两个  $2p$  轨道进行杂化, 形成三个能量相同的杂化轨道, 称为  $sp^2$  杂化轨道。三个相等的  $sp^2$  杂化轨道分布在同一平面上, 轨道与对称轴之间的夹角为  $120^\circ$ 。典型碳碳双键有机分子乙烯的分子结构如下图所示。



乙烯分子碳碳双键结构式

### ► 碳碳三键 ( $sp$ 杂化轨道)

由碳原子的一个  $2s$  轨道和一个  $2p$  轨道进行杂化, 形成两个能量相同的杂化轨道, 称为  $sp$  杂化轨道。两个相等的  $sp$  杂化轨道处于同一直线上, 轨道与对称轴之间的夹角为  $180^\circ$ 。典型碳碳三键有机分子乙炔的分子结构如下图所示。



乙炔分子碳碳三键结构式



## 参考文献

A. Sella. 2008. Classic kit: Erlenmeyer flask. Chemistry World, 7.

# 阿贝折射仪



## 中文名

阿贝折射仪

## 英文名

Abbe's refractometer

## 发明者

恩斯特·卡尔·阿贝 (Ernst Karl Abbe)

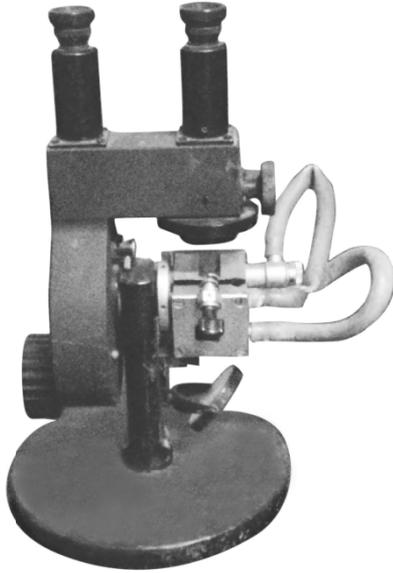
## 主要功能

用于测定液体或固体的折射率。仪器上接恒温器，则可测定温度为 0~70℃ 的折射率。折射率是物质的重要光学常数之一，用以表征物质的光学性能、纯度及色散大小等。

## 仪器构造

当一束单色光从介质 I 进入介质 II（两种介质的密度不同）时，光线通过界面时会改变方向，这一现象称为光的折射。若光线从光密介质进入光疏介质，入射角小于折射角，改变入射角可以使折射达到 90°，此时的入射角称为临界角。阿贝折射仪测定折射率正是基于测定临界角的原理：固定一种介质时，临界折射角的大小和折射率有简单的函数关系。现代阿贝折射仪在早期

的阿贝折射仪基础上进行了完善，其构造包括测量望远镜、消散手柄、恒温水入口、温度计、测量棱镜、铰链、辅助棱镜、加液槽、反射镜、读数望远镜、转轴、刻度盘罩、闭合旋钮、底座。



现代阿贝折射仪

## 相关资料

阿贝折射仪是由德国物理学和光学家恩斯特·卡尔·阿贝发明的。主要用于测量介质的折射率。光与物质相互作用可以产生各种光学现象（如光的折射、吸收、反射、透射、散射、旋光以及物质受激辐射等），通过分析研究这些光学现象和测试相关参数，可以提供原子、分子及晶体结构等方面的信息。因此，光学测量在物质的成分、结构以及光学特性等方面都具有重要的应用价值。折射率是物质的重要物理常数之一，一般纯的物质具有一定的折射率，如果物质不纯（含有杂质），则折射率会出现偏差，杂质越多，偏差越大。因此通过折射率的测定，可以测定物质的纯度。

折射率是物质的特性常数之一，它的数值与温度、压力和光源的波长等有关。通常所测的折射率是指用钠光 D 线做光源时的物质的折射率。温度对折射



率有影响，多数液态有机物质的折射率会随温度的升高而下降，固体的折射率和温度没有明显的关系。大气压的变化对折射率的数值影响不明显，因此，测试介质的折射率时一般不考虑压力的影响。

## 发明者小传

恩斯特·卡尔·阿贝于 1840 年出生在德国埃森纳赫（Eisenach）一个非常贫穷的家庭。阿贝的勤奋好学感动了他父亲的雇主，在其帮助下，阿贝完成了中等教育，并取得了大学入学资格。尽管家里的经济条件不是很好，但阿贝的父亲还是决定支持他上大学。阿贝一边做家教赚生活费，一边在耶拿大学和哥廷根大学攻读物理学和数学。1861 年，阿贝获得哥廷根大学博士学位。之后，阿贝返回耶拿大学任教，1870 年成为耶拿大学物理学教授。

在耶拿大学任教期间，阿贝开始专注于光学的研究。这种选择并不是偶然的。早在 1866 年，阿贝就认识了著名的显微镜制造商卡尔·蔡司（Carl Zeiss），并加入蔡司公司从事显微镜的设计和研发。为了改进当时显微镜的不足，阿贝反复细致地进行显微镜的测量工作，系统地完善了光学理论，这些至关重要的研究为以后精确测量折射率奠定了基础。基于沃拉斯顿（Wollaston）早期的设计，阿贝于 1869 年设计并制造了他的第一台折射仪：在一个类似于显微镜的仪器中增加了两个棱镜装置，这两个棱镜被一层薄薄的样品（介质）所分开。通过调节旋钮，光穿过样品时内反射造成的阴影线集中落在仪器的观察区内，折射率则从游标尺上读出。由于该仪器测试快速、使用简单，在经过进一步改进后，很快成为化学和食品行业中测试物质组成的重要仪器。

1876 年，阿贝成为卡尔·蔡司的合作人，对显微镜理论的创立和显微镜仪器的改进做出了重要的贡献。带有透镜的显微镜被设计出来，并建立了一套显微镜仪器测试新标准。经过长期的研究，阿贝意识到正是色差（焦距随波长的变化）和玻璃本身的不均匀性限制了显微镜功能的发挥。1881 年，阿贝与耶拿大学的奥托·肖特合作，创建了肖特玻璃厂，并研发

出一种性能很好的玻璃，通过优化镜片材料的组成成分，他们设计出了能高度消色的棱镜（消色散棱镜）。正是有了这种消色的棱镜，显微镜的使用才可以不受入射光波长的限制。

1888年，卡尔·蔡司逝世，阿贝成为蔡司公司的主管。与蔡司公司的合作让阿贝成了一个富人，但他没有忘记过去所过的艰辛生活。阿贝有感当时工人所受的苛刻待遇，便在蔡司公司推行每天工作8小时、有薪假期、有薪病假、退休金等制度，成为现代雇员保障制度的倡导者。1905年，恩斯特·阿贝在耶拿逝世，终年64岁。



## 小资料

### ► 折射率

折射率是光在真空中的速度（ $c$ ）与在介质中的速度（ $v$ ）之比。材料的折射率越高，入射光发生折射的能力越强。折射率除了与介质的电磁性质密切相关外，还与波长有关，称为色散现象。一些介质的折射率见下表。

一些介质的折射率

介质	波长/nm	折射率
真空	—	1 (基准)
空气	589.29	1.000 293
水	589.29	1.333 0
冰	—	1.31
乙醇（酒精）	589.29	1.361
苯	589.29	1.501
二氧化碳	589.29	1.000 45
二硫化碳	589.29	1.628
四氯化碳	589.29	1.461
丙酮	—	1.36
甘油	—	1.472 9
液溴	—	1.661
硅油	—	1.520 45



续表

介质	波长/nm	折射率
聚碳酸酯	—	1.584~1.586
聚甲基丙烯酸甲酯	—	1.489~1.490
二氧化钛（金红石）	589.29	2.496
金刚石（钻石）	589.29	2.417
琥珀	589.29	1.55
石英	589.29	1.458
硅	—	3.96
锗	—	4.00

### ► 卡尔·蔡司

卡尔·蔡司（1816—1888），以其创立的蔡司公司闻名于世。蔡司先在德国威玛的语言学校学习，后来在耶拿大学学习数学、实验物理学、人类学、矿物学和光学。七年后，他创立了自己的工作室，并开始制作透镜。1840年，卡尔·蔡司已成为知名的透镜制作人，他制造的透镜质量好，精度高，以孔径大、成像清晰而著称。随后，卡尔·蔡司在耶拿建立了自己的工厂，开始制造显微镜镜头，后来制造高品质的照相机镜头，卡尔·蔡司镜头因其成像的超清晰能力而被称为“鹰之眼”。卡尔·蔡司于1888年在耶拿去世。

### ► 显微镜

显微镜是由一个或几个透镜组合构成的一种光学仪器，主要用于将微小物体放大成为人的肉眼所能看到。显微镜分为光学显微镜和电子显微镜两种。

光学显微镜采用的是可见光进行放大成像，其分辨率在微米尺寸。光学显微镜有多种类型，按光学原理可分为偏光显微镜、相衬显微镜和微分干涉对比显微镜等；按光源类型可分为普通光显微镜、荧光显微镜、红外光显微镜和激光显微镜等。常用的显微镜有双目连续变倍体视显微镜、金相显微镜、偏光显微镜和荧光显微镜等。

电子显微镜采用的是电子束进行放大成像，其分辨率在纳米尺寸。电子显

显微镜按结构和用途可分为透射电子显微镜、扫描电子显微镜、反射电子显微镜和发射电子显微镜等。

## 参考文献

A. Sella. 2008. Classic kit: Abbe's refractometer. Chemistry World, 11.

# 迪安-斯塔克分水器



## 中文名

迪安-斯塔克分水器

## 英文名

Dean-Stark apparatus

## 发明者

欧内斯特·伍德沃德·迪安（Ernest Woodward Dean）和戴维·杜威·斯塔克（David Dewey Stark）

## 主要功能

用于除去有机合成反应中生成的水，以便让化学平衡向生成物方向移动。在一些有机反应中会产生水，而水的存在会让反应平衡向逆方向进行。如酯化反应，羧酸与醇在酸催化下反应生成酯和水，该反应是可逆反应，在生成酯的过程中，如果不及时把生成的水除去，酯化反应就无法进行完全，导致酯化反应产率低。如果用迪安-斯塔克分水将酯化反应中产生的水及时分离出来，就能大大提高酯化反应的产率。

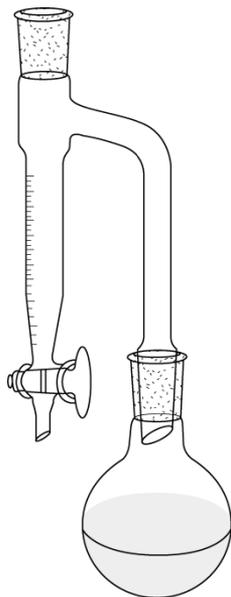
## 仪器构造

迪安-斯塔克分水器的核心部分是迪安-斯塔克分离器（Dean-Stark Trap），

是一个类似于 h 形结构的装置。主体为一个竖直的柱状玻璃管，上方可与回流冷凝器相连，下方连接液体收集装置。主体玻璃管的中部斜伸出一根支管，支管与下方管壁成锐角，支管伸展到临近末端时折为垂直，以便插入反应器（如烧瓶）的接口中。在支管垂直部分的上方，有时候加一个接口，以便插入温度计来确定蒸气的温度。



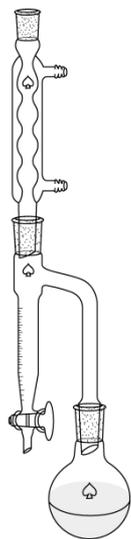
迪安-斯塔克分水器



装有反应器（烧瓶）的迪安-斯塔克分水器装置示意图

## 相关资料

迪安-斯塔克分水器是由美国矿业局从事石油化工研究的欧内斯特·伍德沃德·迪安和戴维·杜威·斯塔克联合发明的，早期主要用于测定石油中的水含量。在现代实验室中，主要用于及时分离有机合成反应中生成的水。在加热回流反应过程中，含有机溶剂和水的混合蒸气从反应器中蒸出，沿支管进入外层通有冷却水的回流冷凝器中，冷凝成液体，滴入迪安-斯塔克分离器下方接的收集管中。在收集管中，不能互溶的两种液体发生分层。通常，有机溶剂如甲苯、烷烃类等，由于密度小于水留在水的上层。随着反应进行，上层的有机溶剂逐渐增多到支管连接处时，就会沿支管流回到反应瓶中继续充当溶剂，而下层的水则留在了收集装置中。等到水收集到一定体积时，就可以打开收集管底部的旋钮放掉收集的水，以防止水量过多后沿支管流回反应器。当回流反应中使用的溶剂的密度大于水的密度时，会在装置的收集部分底部增加一个玻璃管，使得可以通过旋钮控制以让处于下层的溶剂流回到反应器中。迪安-斯塔克分水器在现代化学实验中应用广泛。



实验中常用的迪安-斯塔克分水器装置示意图

## 发明者小传

欧内斯特·伍德沃德·迪安于 1888 年出生在美国马萨诸塞州的汤顿

(Taunton)。1910年，他以优异的成绩从中学毕业，之后进入耶鲁大学跟随德鲁歇尔(W. A. Druschel)研究酯水解的动力学，1912年，迪安获得化学专业的博士学位。之后，他在位于纽约州北部日内瓦新成立的霍巴特威廉史密斯学院找了一份工作——教化学。3年后，迪安离开了霍巴特威廉史密斯学院，加入位于匹兹堡(Pittsburgh)的矿务局试验研究站，从事石油的蒸馏和性质研究。正是这项研究，让他接触了乳液——石油工业中非常让人头疼的问题。

为了定量测量石油中水的含量，迪安开始与同事斯塔克合作。他们试用了很多种已知的方法来破乳，包括试图用溶剂来分离乳相，但都没有成功。多次失败后，他们决定用蒸馏的方法来试一试，因为利用蒸馏的方法来测定其他物质，如木头和奶酪中的水分是行之有效的。在利用蒸馏方法测定石油中的水含量时，他们发现在温度到达 $100^{\circ}\text{C}$ 左右时，苯或甲苯与水都会形成共沸物，如果要把石油中的水全部蒸发掉，需要大量的苯和甲苯等有机溶剂，而苯和甲苯都是工业生产中有用的有机试剂和常用溶剂。为了避免浪费，他们想利用这种共沸物来回收有机溶剂。他们设计了一种玻璃装置，这种玻璃装置带有转接头，在装置的上方带有冷凝管用于冷却蒸气，在装置的下方带有小的试管用于收集液体。在矿务局试验研究站的玻璃工F. E. Donath的帮助下，他们成功制造出了这种玻璃装置。利用这种装置，加热回流反应过程中的混合蒸气从反应器中蒸出，会沿支管进入外层通有冷却水的回流冷凝器冷凝成液体，滴入迪安-斯塔克分离器下方的收集管中，随着反应进行，上层的有机溶剂逐渐增多到支管连接处时，就会沿支管流回到反应器中继续充当溶剂。利用这种迪安-斯塔克分离器装置，他们不仅成功测量了石油中水的含量，而且成功回收了大量有机溶剂，可谓一举两得。迪安-斯塔克分水器在现代实验室中得到了广泛的应用。



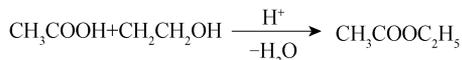
## 小资料

### ► 酯化反应

醇跟羧酸或含氧无机酸生成酯和水的反应。羧酸跟醇的酯化反应是可逆



的，反应较慢，常常需要酸催化剂。无机强酸跟醇的反应，速度一般较快。典型的酯化反应有乙醇和醋酸的反应，生成具有芳香气味的乙酸乙酯，是制造染料和医药的原料。酯化反应广泛应用于有机合成领域。



乙酸和乙醇的酯化反应

## ► 乳化

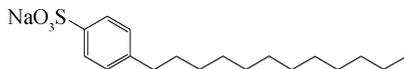
液体以极微小液滴均匀地分散在互不相溶的另一种液体中的作用称为乳化。乳化是液-液界面现象，两种不相溶的液体，如油与水在容器中分成两层，密度小的油浮在上层，密度大的水在下层。若加入适当的表面活性剂，在强烈的搅拌下，油被分散在水中，形成乳状液，该过程称为乳化。由于形成乳状液时两种液体的界面积增大，因此这种体系在热力学上是不稳定的，为了使乳状液稳定则需加入乳化剂降低体系的界面能。乳化剂通常为表面活性剂，其功能是乳化。

## ► 表面活性剂

表面活性剂是指加入少量能使其溶液体系的界面状态发生明显变化的物质。表面活性剂分子结构具有两亲性：一端为亲水基团，另一端为疏水基团，溶解于水中以后能在溶液的表面定向排列，表面活性剂能降低水的表面张力，并提高有机化合物的可溶性。表面活性剂具有增溶、分散、洗涤、防腐、抗静电等一系列功能，是用途广泛的精细化工产品。

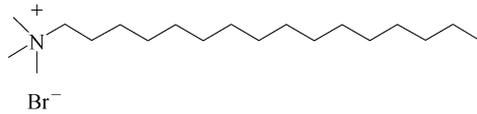
常用表面活性剂有以下几种类型：

- (1) 阴离子表面活性剂，如硬脂酸、十二烷基苯磺酸钠。



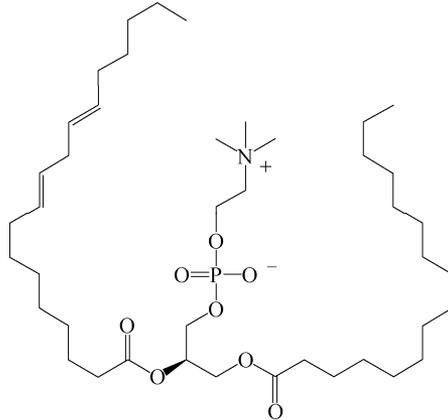
十二烷基苯磺酸钠化学结构式

- (2) 阳离子表面活性剂，如季铵盐类化合物。



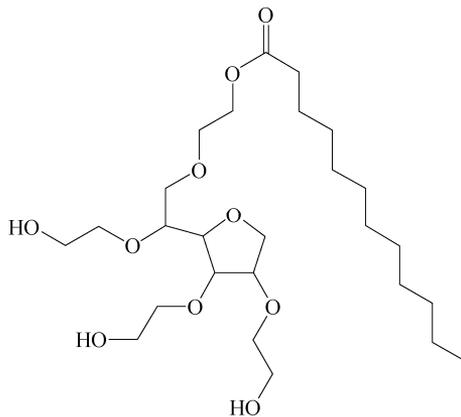
十六烷基季铵盐化学结构式

(3) 两性离子表面活性剂，如氨基酸型、甜菜碱型、卵磷脂。



大豆卵磷脂化学结构式

(4) 非离子表面活性剂，如脂肪酸甘油酯、脂肪酸山梨坦（司盘）、聚山梨酯（吐温）。



吐温 20 化学结构式



## 参考文献

A. Sella. 2010. Classic kit: Dean-Stark apparatus. Chemistry World, 6.

# 真空干燥枪



## 中文名

真空干燥枪、真空干燥管

## 英文名

Abderhalden's drying pistol

## 发明者

埃米尔·阿布德尔哈尔顿（Emil Abderhalden）

## 主要功能

在真空条件下对物品进行干燥处理。用于化学实验中少量样品的干燥处理，是化学实验室中常见的一种玻璃仪器。

## 仪器构造

真空干燥枪是化学实验中用于干燥气体、液体或固体的一种设备。样品处于真空状态时，样品内部的水分或溶剂很快达到饱和状态，并不断地向表面蒸发（排出），蒸发出的水分或溶剂被干燥枪内的干燥剂所吸收，样品得以干燥。干燥枪由一个圆筒形的双层真空壁组成，颈部带有一个弯曲的瓶子，用于盛装干燥剂，需要干燥的样品被放置在干燥枪的空腔中。



真空干燥枪

## 相关资料

早期的干燥枪由一个圆筒形的双层真空壁组成，颈部带有一个弯曲的瓶子，里面装有干燥剂，需要干燥的样品被放置在干燥枪的空腔中。干燥枪的下端连接装有溶剂的瓶子，上端连接一个回流冷凝器，样品的干燥是通过回流溶剂维持一个精确的温度来完成的。

由于真空干燥枪的容量小，而且使用比较麻烦，所以在现代实验室中，真空干燥器（又称减压干燥器）和真空干燥箱常作为干燥药品的主要干燥设备。

真空干燥器主要用于干燥少量的样品（固体、液体）。操作方法是：先将样品放入真空干燥器中，盖上盖子后将盖子上的通气阀门打开抽真空，待干燥器内的空气抽完后关上阀门。取样品时，先打开通气阀门进行放气，待干燥器中的气压和外界空气气压相同时，即可打开盖子取出样品。真空干燥器通常需要加入干燥剂，根据需要干燥样品的特点，干燥剂一般选用碱石灰（ $\text{CaO}$ ）、烧碱（ $\text{NaOH}$ ）石棉或浸有苛性钠（ $\text{NaOH}$ ）溶液的石棉等用于吸收二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）气体，选用高氯酸镁（ $\text{MgClO}_4$ ）、氯化钙（ $\text{CaCl}_2$ ）、五氧化二磷（ $\text{P}_2\text{O}_5$ ）等用以吸收水分等。

真空干燥箱一般采用热源干燥，主要用于干燥数量大的样品。使用方法是：将需干燥的样品放入真空干燥箱内，关上箱门并旋紧门拉手，关闭放气阀，开启真空阀，接通真空泵电源抽真空，当真空表的指示数值达到所需要的真空度时，先关闭真空阀，再关闭真空泵，此时箱内处于真空状态。设定所需的加热温度，开启真空干燥箱的电源，干燥箱内的温度开始上升，一段时间后

达到恒温状态。根据不样品需要选择不同的干燥时间，如果干燥时间较长，真空度下降，可以再次抽真空（先开真空泵，再开真空阀）。样品干燥结束后，应先关闭干燥箱电源，开启放气阀，待到真空干燥箱内的气压与空气大气压相等时，才能打开箱门取出样品。



真空干燥器（减压干燥器）



真空干燥箱

## 发明者小传

---

埃米尔·阿布德尔哈尔顿于 1877 年出生在瑞士的圣加仑州 (St. Gallen)。1902 年, 阿布德尔哈尔顿获得博士学位。随后, 他在埃米尔·菲舍尔 (Emil Fischer) 的实验室工作。1911 年受聘于哈勒大学 (University of Halle), 在哈勒大学教授医学生理学。1931~1950 年, 阿布德尔哈尔顿出任德国自然科学家学会李奥波丁娜 (German Academy of Natural Scientists Leopoldina) 主席。1936 年他被任命为教皇科学院 (Pontifical Academy of Sciences) 院士。

从巴塞尔医学院毕业后, 阿布德尔哈尔顿于 1902 年搬到埃米尔·菲舍尔的柏林实验室工作, 主要从事多肽的合成, 他利用新发现的蛋白酶来合成多肽。1908 年, 阿布德尔哈尔顿被任命为柏林兽医学院生理学教授, 他雄心勃勃, 想要提升知名度。像他之前的同仁一样, 阿布德尔哈尔顿决定编写一本教科书来提高知名度。1906 年, 《阿布德尔哈尔顿生化方法手册》第一版出现了, 这本手册一直沿用了 25 年。正是在这本手册上, 第一次出现了干燥枪的名字, 这个名字是由阿布德尔哈尔顿的一个学生——卡尔·布拉姆 (Carl Brahm) 在元素分析章节中首次提到的。

为了让自己变得更有名, 阿布德尔哈尔顿还需要一点引起轰动的东西。1909 年, 他报道了防御酶 (防护酶) (defensive enzymes) 的分离结果, 他认为这种防御酶是由高等生物暴露于外源蛋白而产生的。他和他的同事们很快就报告说, 这些防御酶可以从孕妇血液中检测出来, 作为对“异原”胎盘的反应。这一报道引起了轰动, 并很快根据他的设计方案做了进一步的医疗测试。20 世纪 30 年代, 他的测试方法被用来识别精神分裂症和绵羊的种族分类。阿布德尔哈尔顿在德国备受推崇, 他 51 次被提名诺贝尔奖。

不幸的是, 阿布德尔哈尔顿的实验结果是一个错误。一位年轻的学者雷奥诺·米歇里斯 (Leonor Michaelis) 未能重复阿布德尔哈尔顿的实验结果。米歇里斯对酶并不陌生, 他和另一位研究者莫德·门特 (Maud



Menten) 曾经研究并揭示了酶反应的动力学。即使在阿布德尔哈尔顿的实验室, 米歇里斯也无法重复阿布德尔哈尔顿的实验结果。这一消息公开后, 其他的研究者也纷纷重复阿布德尔哈尔顿实验, 但他们得到了与米歇里斯一样的结果: 无法重复出阿布德尔哈尔顿的实验结果。这样一来, 阿布德尔哈尔顿的防御酶试验很快就引起争议。其他人出了这种事, 一定会被迫离开研究单位。但阿布德尔哈尔顿是一个强势的人, 他迫使米歇里斯无法继续在德国工作, 最终米歇里斯只能离开德国, 到纽约的洛克菲勒研究所工作。

相比之下, 阿布德尔哈尔顿的事业蓬勃发展。除了防御酶的研究可疑外, 他写的教科书、编辑的伦理学杂志都很成功, 并成为德国自然科学家学会李奥波丁娜 (German Academy of Natural Scientists Leopoldina) 主席和教皇科学院 (Pontifical Academy of Sciences) 院士。

阿布德尔哈尔顿于 1950 年去世, 终年 73 岁。虽然他的保护酶试验的研究最终被科学界否认, 但阿布德尔哈尔顿的名字仍然与真空干燥枪这种巧妙装置联系在一起, 为科学的进步和发展做出了巨大的贡献。为了表彰阿布德尔哈尔顿对科学发展做出的贡献, 小行星 15262 以他的名字命名。



## 小资料

### ► 酶

酶 (Enzyme), 是指具有生物催化功能的生物大分子, 大多数是蛋白质。几乎所有的细胞活动进程都需要酶的参与, 与其他非生物催化剂相似, 酶通过降低化学反应的活化能来加快反应速率, 大多数生物转化在酶的催化作用下, 其反应速率可以提高上百万倍。与其他非生物催化剂不同的是, 酶具有高度的专一性, 只催化特定的反应或产生特定的构型。

根据酶催化反应性质的不同, 酶可分为如下六大类:

氧化还原酶类 (oxidoreductase)

转移酶类 (transferases)

水解酶类 (hydrolases)

裂合酶类 (lyases)

异构酶类 (isomerases)

合成酶类 (ligase)

### ► 肽

肽 (peptide) 是  $\alpha$ -氨基酸以肽键连接在一起而形成的化合物。由两个氨基酸分子脱水缩合而成的化合物叫作二肽，由三个或三个以上氨基酸分子脱水缩合而成的化合物叫作多肽。

### ► 肽键

肽键是一分子氨基酸的  $\alpha$ -羧基和一分子氨基酸的  $\alpha$ -氨基脱水缩合形成的酰胺键，即—CO—NH—。

### ► 蛋白质

蛋白质 (protein) 是由  $\alpha$ -氨基酸按一定顺序结合形成一条多肽链，多肽链经过盘曲折叠形成的具有一定空间结构的物质。蛋白质是组成人体一切细胞、组织的重要成分，在人体生命活动中起着重要作用，没有蛋白质就没有生命活动的存在。

### 参考文献

A. Sella. 2009. Classic kit: Abderhalden's dring pistol. Chemistry World, 2.

# 本生灯



## 中文名

本生灯、酒精喷灯

## 英文名

Bunsen burner

## 发明者

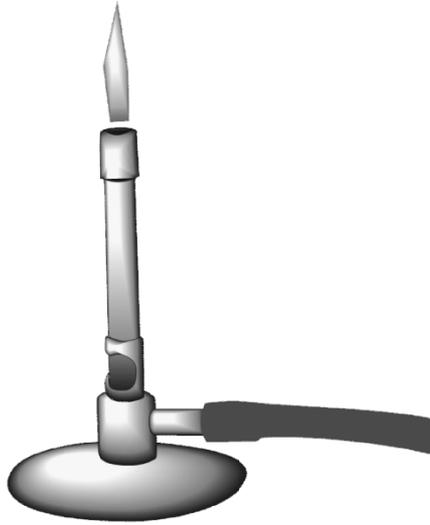
罗伯特·威廉·本生（Robert Wilhelm Bunsen）

## 主要功能

用于化学实验中的中高温加热，是实验室中常用的中高温加热工具。

## 仪器构造

本生灯过去是实验室中常用的中高温加热工具，因燃烧时产生的温度高，故灯具的材质必须是能耐热的金属，又因燃烧的燃料为煤气，故应特别注意管线的安全。现代实验室中，为了使用更为安全和方便，本生灯已被改造成酒精喷灯，使用的燃料为酒精。



早期的本生灯仪器构造模型



现代实验室中使用的酒精喷灯

## 相关资料

1852年，德国海德堡大学向罗伯特·威廉·本生发出了一封聘请信，聘请他为该校化学教授，本生欣然接受。本生进入实验室后，发现实验室现有的加热设备满足不了实验要求。在当时，酒精灯是主要的加热工具，可酒精灯的温度不够高（普通酒精灯外焰最高可达  $400^{\circ}\text{C}$ ），达不到一些高温实验的要求。那

那个时候，德国一些城市开始使用煤气路灯，本生从中受到启发，设计了利用煤气加热的装置。但最初设计的煤气加热装置产生的黑烟大，效率低，让本生陷入了困境。就在此时，本生的一个学生从英国带回了迈克尔·法拉第（Michael Faraday）发明的新灯具，这种灯具呈圆锥形，能上下移动，顶部有金属网。本生试用后发现，这种灯加热的温度还是不够高。经过反复思考，本生发现了问题所在：这种灯和酒精灯一样都是靠外部供给空气燃烧，由于煤气与空气混合不充分，燃烧不完全，导致温度上不去，产生的黑烟大，要想火焰温度高、没有黑烟，就必须确保在煤气灯点燃之前煤气与空气充分混合。事实证明，本生的这一想法是正确的。经过反复改进，本生灯在 1855 年诞生了。



酒精灯

本生发明的加热设备不仅给实验室带来了创新，也为我们的生活带来了方便。现在我们家家户户使用的燃气灶就是根据本生灯的燃烧原理设计而成的。



燃气灶

## 发明者小传

罗伯特·威廉·本生于 1811 年 3 月 31 日出生在德国哥廷根。他出身书香门第，他的父亲克里斯坦·本生 (Christian Bunsen) 是当时德国哥廷根大学的物理学教授和图书馆馆长。本生从小受到良好的教育，中学毕业后到哥廷根大学攻读化学专业，师从著名化学家、化学元素镉的发现者斯特罗迈尔。本生在大学期间学习了化学、物理学、矿物学和数学等课程。1830 年，本生获得博士学位，其毕业论文是物理学方面的。那一年他才 19 岁。本生获得博士学位以后，因其出色的研究工作，获得了一笔助学金，他用这笔钱步行到欧洲各地游学，结识了许多知名科学家。这次游学对他以后的学术研究有很大帮助。

1833 年，本生游学结束，先后担任了哥廷根大学等学校的教师。本生对科学有广泛的兴趣，他早期研究过有机化学和无机化学。在无机化学方面，他曾分析和鉴定过上千种无机物质，发展了无机分析和测量技术。1834 年，本生系统地研究了砷酸盐和亚砷酸盐，他发现水合三氧化二铁 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) 可以用来做砷中毒的解毒剂，认为三氧化二铁可以与砷结合成亚砷酸铁 ( $\text{AsFeO}_3$ )，形成既不溶于水也不溶于体液的化合物，他的这一发现至今仍有使用价值。1835~1836 年，本生研究了一系列的氯化物，指出亚铁氰化铵、亚铁氰化钾具有相同的晶型，还发现了亚铁氰化铵和氯化铵的复盐。本生从熔融的氯化物中制出了金属钠 (Na) 和铝 (Al)，用电解法制出了锂 (Li)、钡 (Ba)、钙 (Ca)、镭 (Ra)，他甚至提炼出铈 (Ce)、镧 (La) 等稀土元素，并精确地用自制仪器测定了这些金属的比热。在有机化学方面，本生研究过二甲砷基化合物，指出二甲砷基是一种含砷的有机化合物。1837~1842 年，他围绕这一课题发表了五篇论文。第一个二甲砷基化合物是 1760 年由卡代首先制出的，他把等质量的醋酸钾 ( $\text{CH}_3\text{COOK}$ ) 和氧化砷 ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) 混合物搅拌蒸馏，得到了一种褐色的稠状物，此物易发烟而有恶臭。当时人们不知道它的组分，为了解答这个问题，本生经一系列实验，从中离析出二甲砷基氧 ( $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{As}_2\text{O}$ )。此

外，本生还详细地研究了二甲砷基的衍生物，获得了氯（Cl）、碘（I）、氟（F）等元素的二甲砷基化合物，并用蒸气密度的方法测定了这些物质的分子量，从而得出它们的化学式。到 1858 年，本生已正确地提出了几乎所有二甲砷基化合物，他的这些研究，为有机结构理论的发展，提供了坚实的实验基础。

1852 年，本生在海德堡大学任教授，一直从事化学教学和研究。在长期的教学生涯中，本生讲授普通实验化学课程，为学生做了许多出色的演示实验，他在课堂上用自己研制的煤气灯，用玻璃管很快就制作出所需的仪器，这种高超的技巧使他的学生们非常佩服。他研制的实验煤气灯（后来被称为本生灯），一直到现在还在许多化学实验室中使用。此外，他还制成了本生电池、水量热计、蒸气量热计、滤泵和热电堆等实验仪器。

本生先后在哥廷根大学、卡塞尔大学、马尔堡大学任教工作过，1852~1899 年任海德堡大学教授直到退休。1842 年当选为伦敦化学学会会员，1853 年当选为法国科学院院士，1858 年当选为英国皇家学会会员。1899 年 8 月 16 日卒于海德堡。



## 小资料

### ► 罗伯特·威廉·本生的主要成就

#### （1）本生电池。

本生于 1841 年发明了本生电池。本生用这种电池进行了水的电解，测定了锌和水的化学当量，证实了法拉第定理，又根据水的电解发明了电量计。

#### （2）本生灯。

本生于 1853 年发明了本生灯。此灯的温度可高达 2000℃ 以上，且没有颜色。正因为这一特点，本生发现了各种无机盐化合物的颜色反应。例如，钾（K）盐灼烧时火焰为紫色，钠（Na）盐灼烧时火焰为黄色，锶（Sr）盐灼烧时火焰为洋红色，钡（Ba）盐灼烧时火焰为黄绿色，铜（Cu）盐灼烧时火焰为蓝绿色。不同化学成分的物质在本生灯上灼烧时出现不同颜色的焰色，奠定了他

建立光谱分析仪的基础。

### (3) 光谱分析仪。

1859年，本生和物理学家基尔·霍夫合作探索利用辨别火焰颜色进行化学分析的方法。他们制造了第一台光谱分析仪。光谱仪安装好后，他们分工合作分析各种物质，本生在接物镜一边灼烧各种化学物质，基尔·霍夫在接目镜一边观察和记录，他们利用这种方法准确地鉴别出许多物质的化学成分。

### (4) 发现铯和铷。

1860年，本生和基尔·霍夫用他们建立的光谱分析方法，发现了新元素铯(Cs)；1861年，发现了新元素铷(Rb)。此后，光谱分析法被其他国家的科学家广泛采用。1861年，英国化学家克鲁克斯用光谱法发现了铊(Tl)；1863年，德国化学家赖希和李希特用光谱法发现了新元素铟(In)，之后又发现了镓(Ga)、钪(Sc)、锗(Ge)等。

### (5) 气体分析。

本生对气体分析有着极大的兴趣，他对气体的研究方法包括气体的捕集法、储藏法、密度测定法、吸收率测定法、扩散速度测定法、燃烧法和爆炸试验法等。1857年，本生出版了专著《气体定量法》。此外，本生研究了火山喷气孔气体，分析了火山岩和间歇泉产生的原因，这些研究对地质化学的发展做出了很大的贡献。

### (6) 金属电解制法。

本生发明了金属的电解制法。该方法是先把金属的氯化物熔化后再进行电解。1852年，本生用金属电解制法制备出了第一个金属——镁(Mg)，接着连续地制出了铝(Al)、钠(Na)、钙(Ca)、钡(Ba)、锂(Li)、铬(Cr)和锰(Mn)等。本生发明的金属电解制法能大量制备金属，具有划时代的意义。之后，本生应用电解制法，又分离出很多珍贵的金属，如铯(Cs)、铷(Rb)、铈(Ce)、镧(La)、钽(Nb)、镨(Pr)和铟(In)等。

### (7) 罗伯特·威廉·本生所获荣誉。

1842年，伦敦化学学会的外籍会员。

1853年，德国科学院的通讯院士。

1842 年，法国科学院的外籍会员。

1860 年，英国皇家学会荣誉奖章。

1877 年，本生和基尔·霍夫共同获得戴维奖。

1890 年，英国工艺学会何尔伯奖。

## 参考文献

A. Sella. 2007. Classic kit: Bunsen burner. Chemistry World, 10.

# 莫瓦桑电炉



## 中文名

莫瓦桑电炉、高温马弗炉

## 英文名

Moissan's furnace

## 发明者

费迪南·弗雷德里克·亨利·莫瓦桑（Ferdinand Frederick Henri Moissan）

## 主要功能

莫瓦桑电炉是把炉内的电能转化为热量对工件加热的加热炉。现代莫瓦桑电炉是实验室的加热设备，加热温度可高达 1000℃ 以上。主要用于高温烧结和各种金属机件正火、淬火、退火等热处理，是实验室中常见的仪器设备。

## 仪器构造

现代高温电炉由炉体结构、加热元件、控温系统和炉门等部分组成。炉体结构包括炉壳和内炉衬。炉壳用国标冷板焊接制成，内炉衬用含硅的耐火材料制成。加热元件一般为箱式电阻炉或管式电阻炉，加热规格分低温、中温 and 高温。控温系统由测量、调节控制和电源装置三个部分组成，其中测量和控制均由人工智能数字式程序调节器来完成。炉门通过多级铰链固定于箱体上。开启

时将手把往上提，待勾锁脱钩后往外拉开至电炉左侧即可。



莫瓦桑电炉

## 相关资料

现代莫瓦桑电炉的炉壳用冷板焊接制成，耐酸碱腐蚀。内炉衬采用耐火硅材料或特种陶瓷纤维材料，升温速度快，保温效果好。内炉衬与炉壳之间的保温层含有耐火纤维、膨胀珍珠岩等材料。莫瓦桑电炉的控温范围分为低档、中档、高档稳定，由温度控制器控温。温度控制器的温控仪表选用智能调节器，当接近设定温度时，炉内断续加热最终保持炉内的设定温度。

莫瓦桑电炉可用于很多领域。例如，在建材行业，可用于小型工件的热加工或处理；在医药行业，可用于药品的检验、样品的预处理等；在环境分析方面，可用于水质分析、石油分析、煤质分析等。

## 发明者小传

亨利·莫瓦桑于 1852 年 2 月 20 日出生在法国西南部的一个普通家庭。在莫瓦桑 12 岁时，全家搬到了位于巴黎附近的莫城。在莫城上学时，莫瓦桑遇到了一个让他“着迷”的化学老师，正是这位化学老师激发了莫瓦桑对化学的兴趣。据莫瓦桑回忆说，这位杰出的化学老师让他有了一种“工作的体验”，并对化学产生了极大的兴趣。除了化学之外，莫瓦桑几乎没有热情做别的事情。正因为如此，莫瓦桑从学校毕业时没有获得资格证书。他成了一个药剂师的学徒，但这不是他想要的生活。几年后，莫瓦桑回到巴黎药学院继续学习，并于 1880 年获博士学位。1886~1889 年任药学院毒物学和无机化学教授。1900 年任巴黎大学无机化学教授。

莫瓦桑被无机化学所吸引。但在法国，无机化学不是一个热门研究领域。在巴黎药学院，他接管了一个分析实验室，通过为客户分析样品取得一些收入。虽然挣的钱不多，但巴黎药学院的分析实验室为他提供了实验的空间，他可以尽情地做实验。正是在这间实验室里，莫瓦桑成功地分析并确定出了蓝色的过铬酸 ( $\text{H}_3\text{Cr}_2\text{O}_{12}$ ) 以及铬酸 ( $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ) 晶体的分子结构。

此时，莫瓦桑已与第一次给他提供工作的药剂师的女儿结婚了。有了经济上的保障，莫瓦桑把他的注意力集中在当时化学领域中一个尚未解决的问题上：如何制备氟 (F)。1772 年，谢利首次制得氢氟酸 (HF)。从 1810 年开始，汉弗莱·戴维 (Humphrey Davy) 和安德烈·安培 (André-Marie Ampere) 试图用电解氢氟酸 (HF) 的方法制取游离态氟元素，但没有成功。1813 年，他们把萤石 (又称氟石，主要成分  $\text{CaF}_2$ ) 和氢氟酸中存在的元素命名为氟。随后两年，为获得游离态氟，两人采用了多种办法，但毫无结果。为此，他们得出结论：不管氟元素的性质如何，游离态的氟一定会发生可怕的反应。这一挑战吸引了一些无所畏惧的化学家，他们飞蛾扑火一般进行实验，有些化学家为此不幸献出了生命。戴维自己也因从事氟化物的研究患上了严重疾病，研究工作被迫终止。氢氟酸的毒性太强了，此后 20 年没有人敢碰这个问题。



莫瓦桑早期研究氧和二氧化碳在树叶上的转化，但很快放弃生物学转向无机化学。1884年莫瓦桑开始研究氟化学，他也尝试用电解的方法获得游离态氟，但他的实验同样以失败而告终，而且他昂贵的铂金坩埚也未能幸免于难。他解释道，这个实验必须在低温下进行。他将氟化氢（HF）在 $-50^{\circ}\text{C}$ 时压缩到铂管中进行电解，在阳极上的塞子很快就被烧焦了，莫瓦桑只好用氟化钙（ $\text{CaF}_2$ ）来替代氟化氢，但依然没有成功。

1886年，莫瓦桑最终成功地制备出了氟。他发现，把氟化钾溶于液态氢氟酸所得的二氟化氢钾（ $\text{KHF}_2$ ）溶液有良好的导电性，可以用这种无水的溶液作为电解液电解制备氟。因为氢氟酸不导电，所以将氟化钾溶于液态氢氟酸制成混合物是必需的。莫瓦桑在用铂铱材料制成的样品支架装置上安装了铂/铱电极，并将该设备冷却到 $-50^{\circ}\text{C}$ 。实验结果是负电极产生氢，而正电极上产生氟，并且两者完全分离。这种电离制备氟的方法一直延续至今，依然是当今制备氟的方法。正是由于这个发现，莫瓦桑在1906年被授予诺贝尔化学奖。

1886年，莫瓦桑被任命为巴黎药学院毒物学教授，但他依然对无机化学情有独钟。他做了大量有关氟化物方面的研究，其中的一项就是碳氟化物的研究，这项研究让他觉得有可能人工合成金刚石。人类在5000年前就从自然界获取了金刚石，但一直不知道它的构成元素。直到1704年，英国科学家牛顿证明了金刚石具有可燃性，后又经法国科学家拉瓦锡、英国科学家腾南脱等用实验证明了金刚石和石墨是同素异构体，金刚石由碳元素组成才被确证。1799年，法国化学家摩尔沃把一颗金刚石转变为石墨，这激发了人们的逆向思维：能不能把石墨转化成金刚石？

金刚石的研究表明，它们是在高温高压下形成的。为了实现高温，莫瓦桑发明了电弧炉。电炉由两镂空石灰块组建而成，水平开口，对碳电极 $2\sim 3\text{cm}$ 分开放置。他的坩埚是用绝缘体材料石墨化碳和氧化镁（ $\text{MgO}$ ）制成的，氧化镁是唯一能应付极端条件的氧化物。启动蒸气发电机，将电极推到一起，直到电弧发生。电炉先发出紫色的光，然后会发出致盲的石灰光。经过多次实验和改进实验，莫瓦桑的电炉温度据说高达 $3500^{\circ}\text{C}$ 。

莫瓦桑利用自己发明的高温电炉制取了很多碳化物，这促使他向人造金刚石跃跃欲试，他先试验制取氟碳化合物，再除去氟制取金刚石，但没有成功。之后，他设想利用高温电炉，把铁化成铁水，再把碳投入熔融的铁水中，然后把渗有碳的熔融铁倒入冷水中，借助铁急剧冷却收缩时产生的压力，迫使碳原子能有序地排列成正四面体晶体结构，最后用稀酸溶去铁，就可得到金刚石晶体。这个设想在当时看来是科学的，他和他的助手一次次按这个设想方案试验。1893年2月，莫瓦桑和助手用酸溶去铁后，在石墨残留物中，他发现了一个具有很大硬度和密度的微观晶体，他以为那就是金刚石（一直到他离世，莫瓦桑都认为那种晶体就是金刚石），但事实证明，那种晶体是碳化硅（SiC），不是金刚石。

虽然莫瓦桑没有成功合成出金刚石，但他用这种温度高达 3000℃ 的电炉合成了大量碳化物、硅化物和硼化物，开启了超硬材料的奇迹世界。此外，莫瓦桑还用电炉分离和制备了许多高熔点金属，高温电炉的应用是莫瓦桑在合成技术上的创举，对技术发展的影响相当深远，至今的陶瓷生产都离不开高温电炉的使用。

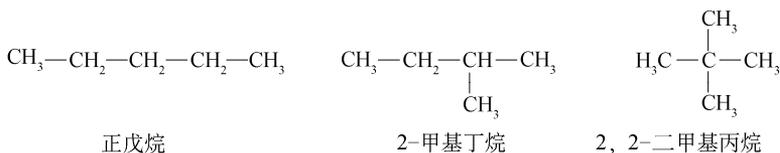
这位对化学发展做出了重大贡献的法国科学家在接受诺贝尔化学奖后不久，于 1907 年 2 月 20 日在巴黎与世长辞。



## 小资料

### ► 同分异构体

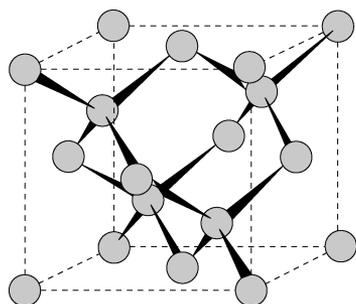
具有相同分子式、不同原子排列的化合物。简单地说，具有相同分子式而结构不同的化合物互为同分异构体。例如，分子式为  $C_5H_{12}$  的化合物的同分异构体有正戊烷、2-甲基丁烷、2, 2-二甲基丙烷。



分子式为  $C_5H_{12}$  的同分异构体结构式

### › 金刚石结构

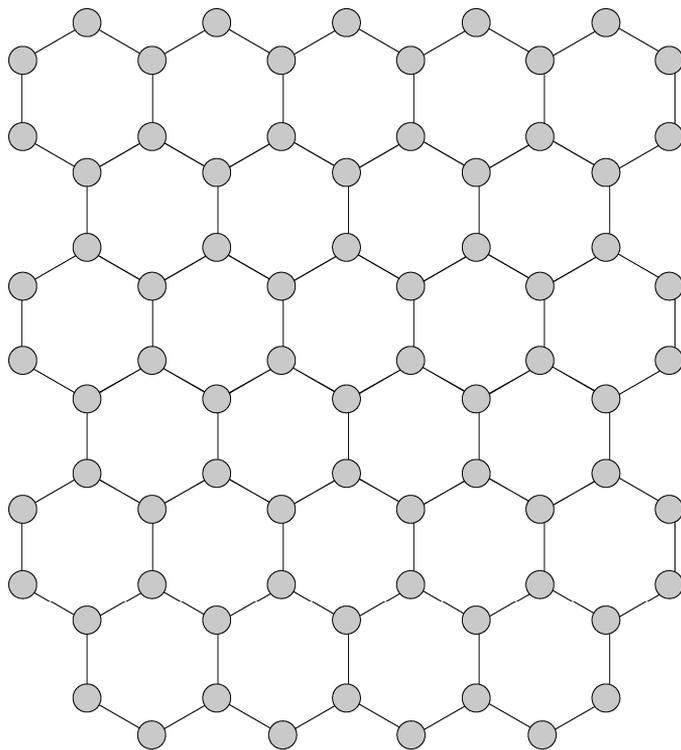
立方晶体结构。金刚石结构中的每个原子与相邻的4个原子形成正四面体。



金刚石晶体结构

### › 石墨结构

石墨是碳质元素结晶矿物，石墨晶体结构为六边形层状结构。



石墨烯晶体结构

## › 人造金刚石

1955 年，美国科学家霍尔等在 1650℃ 和 95 000 个大气压下，合成了金刚石，并在类似的条件下重复多次亦获成功，产品经各种物理、化学检测，确证为金刚石，这是人类历史上第一次成功合成人造金刚石。

## › 超硬材料

超硬材料是指硬度可与金刚石相比拟的材料。目前使用的超硬材料主要有金刚石、立方氮化硼（BN）、碳化硼（ $B_4C$ ）、碳化硅（SiC）等。



## 参考文献

A. Sella. 2013. Classic kit: Moissan's furnace. Chemistry World, 6.

# 三颈圆底烧瓶



## 中文名

三颈圆底烧瓶、三颈烧瓶、三口烧瓶

## 英文名

Morton flask

## 发明者

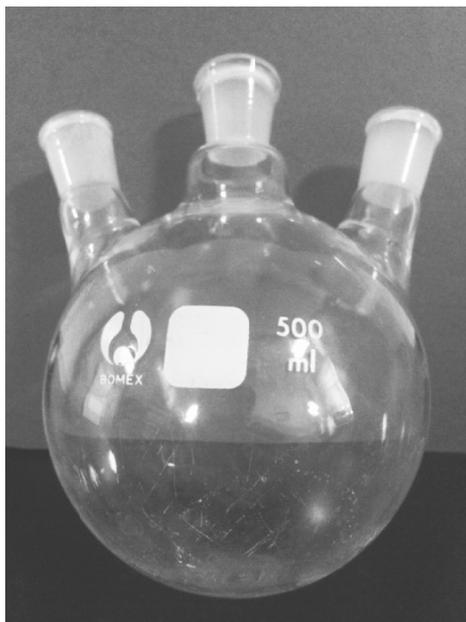
埃弗里·亚瑟·莫尔顿（Avery Arthur Morton）

## 主要功能

用于化学实验中的有机合成反应，或进行较复杂的煮沸、分馏、提纯操作。常与温度计、冷凝管、搅拌棒、分液漏斗等仪器配套组装成分馏装置、蒸馏装置或回流装置，是化学实验室非常常见的玻璃仪器。

## 仪器构造

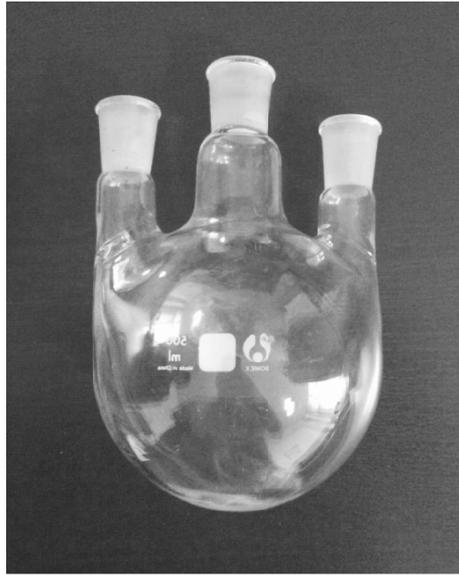
从外观上看，三颈圆底烧瓶通常是圆肚细颈，有三个口，用于反应物加入和连接其他的玻璃器材，如回流冷凝管、温度计、滴液漏斗等；窄口用来防止溶液溅出或是减少溶液的蒸发。烧瓶因瓶口很窄，不宜用玻棒搅拌，若需要搅拌时，可在瓶内放入磁搅拌子，在磁力搅拌器上搅拌。



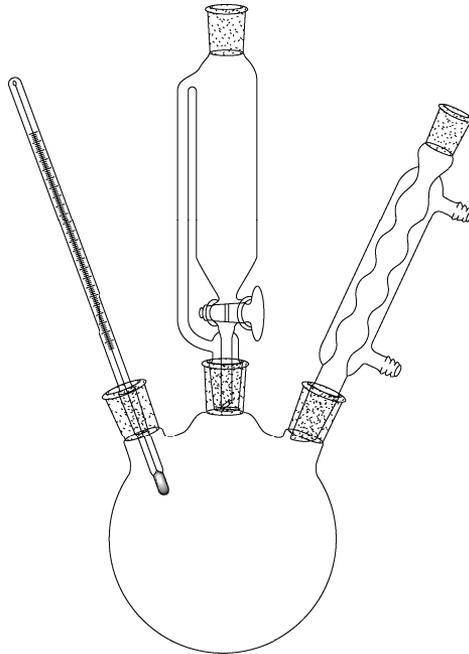
三颈圆底烧瓶

## 相关材料

三颈圆底烧瓶是由美国化学家埃弗里·亚瑟·莫尔顿于 1936 年发明的，是化学实验室中常见的玻璃仪器，常用于实验室的有机合成反应中。三口烧瓶（或多口烧瓶）的生产过程是：在大炉上用短颈厚口烧瓶的模具吹制瓶体，然后于灯工上焊接各口于烧瓶体之肩部而成。三颈烧瓶是一个短颈、厚口、圆底烧瓶，在瓶体肩部的周围焊接有三颈。瓶颈的角度除了斜颈外，还有直颈。直颈三颈烧瓶主要用于大功率的机械搅拌反应，因配件一般都是垂直装置，瓶中心空隙大，便于机械搅拌，不易损坏配件仪器。其缺点是各瓶颈间距离近，不便安装其他配件仪器，特别是 500mL 以下规格的三颈烧瓶。斜颈三颈烧瓶，由于存在约  $10^\circ$  的斜角，加料时可以直接加到瓶底的中心。此外，由于瓶的肩部空隙大，口颈间距大，容易安装其他配件仪器。在有机合成反应中，反应用三颈烧瓶常常需要安装其他配件仪器，如冷凝管、滴液漏斗、温度计等。现代有机合成实验室中，除了三颈烧瓶外，常用的还有二颈烧瓶和四颈烧瓶。



直颈三颈烧瓶



装有冷凝管、滴液漏斗和温度计的三颈烧瓶反应装置示意图



二颈烧瓶



四颈烧瓶

## 发明者小传

---

埃弗里·亚瑟·莫尔顿出生在美国南达科他州的圣劳伦斯。1892年当他还是一个小孩子时，全家搬迁到林肯内布拉斯加州的郊区伯大尼。他在科特纳（Contner）学院附近的教会学校里学习化学，先后进入芝加哥大学和哈佛大学接受高等教育并完成学业。1919年，他被编入海军陆战队在南卡罗来纳州的帕里斯岛基地接受基本训练。1914年，莫尔顿被派送到多米尼加共和国以及海地。

1924年，莫尔顿回到了他向往已久的实验室，在波士顿的麻省理工学院（Massachusetts Institute of Technology, MIT）师从詹姆斯·诺利斯（James Norris）攻读物理有机化学专业的博士学位。由于才华横溢，莫尔顿一毕业就在麻省理工学院得到了一个职位。

莫尔顿对金属有机化学有着极大的兴趣。伍兹（Wurtz）偶联反应，即



在金属钠作用下，低级卤代烃通过二聚或交叉耦合可以制备高级烷烃或芳烃。这个反应被认为是通过一个难以捉摸的有机钠中间体完成的。1936年，金属有机化学的鼻祖之一——卡尔·齐格勒（Karl Ziegler）曾绝望地写道，有机钠不能由卤代烷生成。而在同一年，莫尔顿在发表的论文中提到不仅有机钠可以高收率制备，而且阐述了其成功制备的关键要素。莫尔顿认为，要想获得高产率的有机钠，首先必须避免反应中生成的产物与醚再发生反应。其次，要让金属钠能够很好地分散，以便金属钠的表面能迅速与烷基卤化物接触，使之发生反应。后一点是至关重要的。



#### 伍兹偶联反应

为了让金属钠能够很好地分散于溶剂中，以便金属钠的表面能迅速与烷基卤化物接触，使之发生反应，莫尔顿找到了两种方法。首先，他使用超高速搅拌器，这种搅拌器能使非均相的混合物的搅拌速度高达 10 000 转。其次，他改进了反应烧瓶，这种改进让反应物体的湍流和旋涡混合剪切获得最大功能。利用这种装置，他测试了沙子和水混合的混合效率，观察颗粒是否均匀分布。

三颈烧瓶形状的变化对反应系统的动力学有着神奇的影响，在几秒钟内，它们就能将金属钠很好地分散。正是利用这种三颈烧瓶，莫尔顿和他的学生能够获得几乎定量产量的有机钠。

莫尔顿及其团队取得了卓越的实验结果。莫尔顿在麻省理工学院的先进有机合成实验室工作多年，他一边教授高等有机实验课，一边经常设计实验来提升学生的实验能力。20 世纪 30 年代末，他出版了一本教科书《有机化学中的实验室技术》，这本书至今仍被引用。

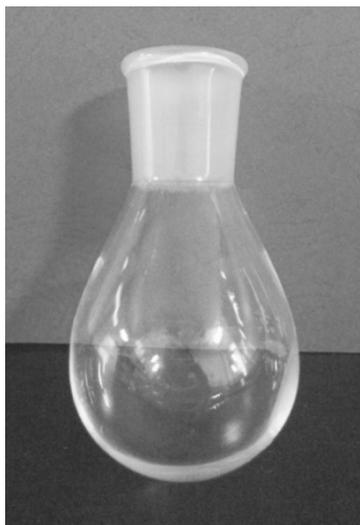


## 小资料

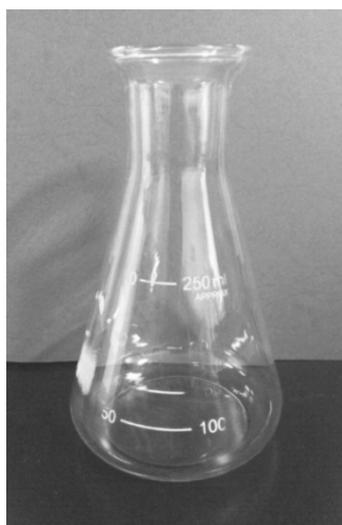
### ► 烧瓶

烧瓶是实验室中使用的有颈玻璃器皿，用来盛液体物质，具有一定的耐热

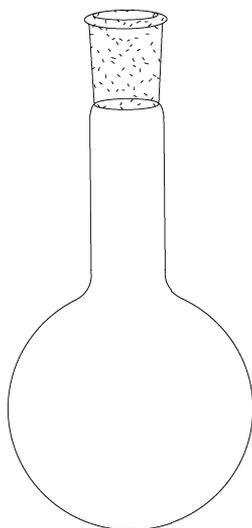
性。除了常规的圆底烧瓶外，实验室中使用的还有梨形圆底烧瓶、三角烧瓶、长颈圆底烧瓶、长颈梨形圆底烧瓶等。



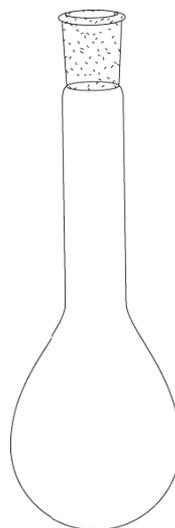
梨形圆底烧瓶



三角烧瓶



长颈圆底烧瓶示意图



长颈梨形圆底烧瓶示意图



## 参考文献

A.Sella. 2010. Classic kit: Morton flask. Chemistry World, 6.

# 提士威特色谱柱



## 中文名

色谱柱、柱层析

## 英文名

Tsvett's column

## 发明者

米哈伊尔·提士威特（Mikhail Tsvett）

## 主要功能

用于柱层析技术（chromatography），又称柱色谱技术。其原理是根据样品混合物中各组分在固定相和流动相中分配系数的不同，经多次反复分配将组分分离开来，是有机合成实验室中常用的仪器，主要用于分离和提纯化合物。

## 仪器构造

色谱柱的主体为一个竖直的柱状玻璃管，上方带有一个与玻璃管口直径大小相一致或比玻璃管口直径小一些的磨口设备。该磨口设备可与特定的玻璃容器相连，用于盛放大量的淋洗剂；或与加压装置相连，用于加压快速过柱。柱状玻璃管的下方连接一个狭长的



色谱柱

筒状玻璃管出口，以便插入液体收集装置（一般为试管或锥形瓶）中。在柱状玻璃管与狭长的筒状玻璃管之间连有一个阀门（通常为聚四氟乙烯材质），用于控制“走柱”的速度。阀门处于全开状态时，“走柱”速度最快；阀门处在关闭状态时，“走柱”停止。

## 相关资料

### 1. 装柱方法

装柱方法通常有两种：湿法装柱和干法装柱。湿法装柱是先把填充料（通常为硅胶，有时用氧化铝或离子交换树脂等其他物质）用适当的溶剂拌匀后，填入柱子中，然后加压用淋洗剂“走柱子”，其优点是：柱子装得比较结实，没有气泡。干法装柱是先将硅胶直接填入柱子中，用橡胶皮管轻轻敲打柱子两侧，柱子中的硅胶界面不断下降，补加硅胶至合适高度，继续敲打柱子两侧，直到硅胶界面不再下降为止，然后加压用淋洗剂“走柱子”，优点是较方便，缺点是在“走柱子”时容易产生气泡，导致柱子装得不结实。解决的办法是：用淋洗剂多“走”几次柱子，一直“走”到柱子的下端不再发烫为止。需要注意的是：无论采用干法或湿法装柱，固定相（硅胶或氧化铝）的表面一定要平整，并且固定相的高度一般为柱长的  $1/2 \sim 3/4$ 。太短可能导致混合物分离不开，太长也会由于扩散或拖尾导致分离效果不好。

### 2. 装样方法

装样方法也分干法和湿法两种。干法装样是把待分离的样品先用少量有机溶剂溶解后，加入少量硅胶拌匀，再用旋转蒸发器蒸发掉有机溶剂，将所得到的含有待分离样品的硅胶加到柱子内硅胶的顶层，并确保顶层平整。湿法装样是先用少量溶剂将样品溶解，再用滴管将溶解后的待分离样品转移到柱子中，转移的方法是沿着柱子内壁慢慢均匀加入，确保液面平整。待分离的样品全部转移完毕后，打开柱子底部的阀门，先让柱子顶层的溶剂往下“走”一点，当顶层的溶剂“走”到与硅胶表面接近时，此时可以加入大量的淋洗剂“走”柱子了。



装好硅胶的色谱柱

## 发明者小传

米哈伊尔·提士威特出生于意大利阿斯蒂。他的父亲是公务员，母亲是俄罗斯人。在提士威特还很小时，母亲不幸去世，父亲带着提士威特搬到了瑞士洛桑，他在日内瓦湖边长大，说法语。但他父亲要他从小坚持学俄语。

提士威特在日内瓦大学学习植物学，获博士学位。1896年，提士威特的父亲在俄罗斯圣彼得堡找到一份工作，提士威特不得不跟随父亲一起搬迁到俄罗斯。为了获得俄罗斯研究院的任命资格，提士威特必须获得俄罗斯研究院承认的文凭，为此，他不得不到莫斯科以东约700千米的喀山大学攻读硕士学位，从事光合作用研究。

提士威特用不同含量比的混合溶剂分离提取植物中的不同组分化合物。他用正己烷 ( $n\text{-C}_6\text{H}_{12}$ ) 提取 (萃取) 植物叶子中的组分，并用研磨得很细的碳酸钙 ( $\text{CaCO}_3$ ) 中和组分中的酸性成分，以防止所需要的颜料组分被酸降解 (破坏)。他发现，当加入碳酸钙中和时，除了胡萝卜素外，其他所有的物质都会粘附上碳酸盐。但如果在有碳酸盐的反应体系中加入更多的乙醇溶剂，他就可以控制分离其他组件，如绿色色素 (叶绿素) 和黄

色色素（叶黄素）。他还从海藻中分离提取出岩藻黄素和另一种叶绿素，这种叶绿素我们现在称之为叶绿素 C。

提士威特是从什么时候开始转向使用色谱柱（柱层析）的，我们无法确定，但在 1906 年，提士威特发表了他最重要的一篇论文。在该论文中，他描述了自己的分离方法：将含有染料物质的提取液倒入装有干燥碳酸钙的柱子里，然后用有机溶剂将染料冲洗至柱子底部。他写道：“这些染料集中在一系列颜色区域内……在这些颜色区域里，强吸附的染料会取代弱吸附的染料流向柱子底部……我把这种方法称为色谱法。”提士威特可能已经敏锐地意识到此方法的普遍性，他补充道：“不用说，所描述的吸附现象并不只适用于叶绿素色素，这一方法的共性已经很清楚了。”在后来的一篇文章中，他尝试了几十种不同的吸附材料，描述了一个理想吸收材料的必要性。他还宣布有两种不同的叶绿素（a 和 b）和四种叶黄素。

提士威特的工作受到与他同领域的其他专家的攻击，特别是波兰化学家列昂·马尔什伍斯基（Leon Marchlewski），列昂·马尔什伍斯基不但认为提士威特的工作是错的，而且还认为他的方法不合理，他的文章结果是伪造的。但提士威特坚持自己的立场，继续他的研究工作，认真解决叶绿素衍生物之间的关系。与此同时，德国化学家理查德·韦尔斯泰特（Richard Willstätter）对提士威特的研究结果也是不屑一顾。在开展叶绿素研究时，他需要大量的叶绿素提取物，他用经典的方法来分离提取叶绿素，工作非常艰苦，于是，他想到了提士威特的色谱分离法，他向提士威特讨要大量叶绿素提取物，提士威特用色谱法很快就分离提取到了足够的叶绿素，这使得理查德·韦尔斯泰特不得不承认提士威特的研究结果是正确的。然而，尽管提士威特的研究结果得到了承认，但直到 20 世纪 30 年代，提士威特的色谱法才得到广泛使用。

提士威特形容自己是一个植物学家，在他短暂的职业生涯中，他所从事的无疑是化学领域中一项艰巨而又重要的任务。在这方面，他的想法走在了时间的前面：“人们经常忘记……生物组织不是通过简单的化合物混合而达到的物质平衡，在生物组织结构中，彼此身边的物种是会不断发生反应的。”



色谱分离开启了人们对各种混合物的研究，它代表了一个重要时刻：化学开始为其他学科提供重要工具。今天，生物学的发展、质量控制和取证行业等不只是基于化学的发展，也同样基于色谱技术。米哈伊尔·提士威特的发明为现代色谱分析法奠定了基础，为很多学科领域的发展提供了极其重要的技术支持。

提士威特于1919年6月26日去世，终年47岁。后人在他的墓碑上刻下这样一句话：“He invented chromatography, separating molecules but uniting peoples.”（他发明了色谱法，分离了分子，团结了民众。）



## 小资料

### ► 光合作用

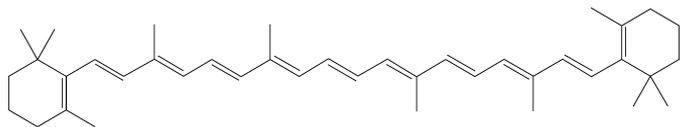
光合作用（photosynthesis）是指绿色植物利用叶绿素等光合色素在可见光的照射下，将二氧化碳和水转化为葡萄糖，并释放出氧气的过程。用化学方程式表示如下：



### ► β-胡萝卜素

1929年，科学家证实了胡萝卜素能在体内转化为维生素A。截至目前，已有600多种天然类胡萝卜素（carotenoids）被发现，但只有少部分胡萝卜素会在体内转换为维生素A。

胡萝卜素的化学结构中有多个烯链，根据其存在的不同位置和所连接的基团的种类不同，胡萝卜素有多种异构体，分别命名为α-，β-，γ-，δ-，ε-胡萝卜素等。β-胡萝卜素是众多异构体中最具有维生素A生物活性的一种。

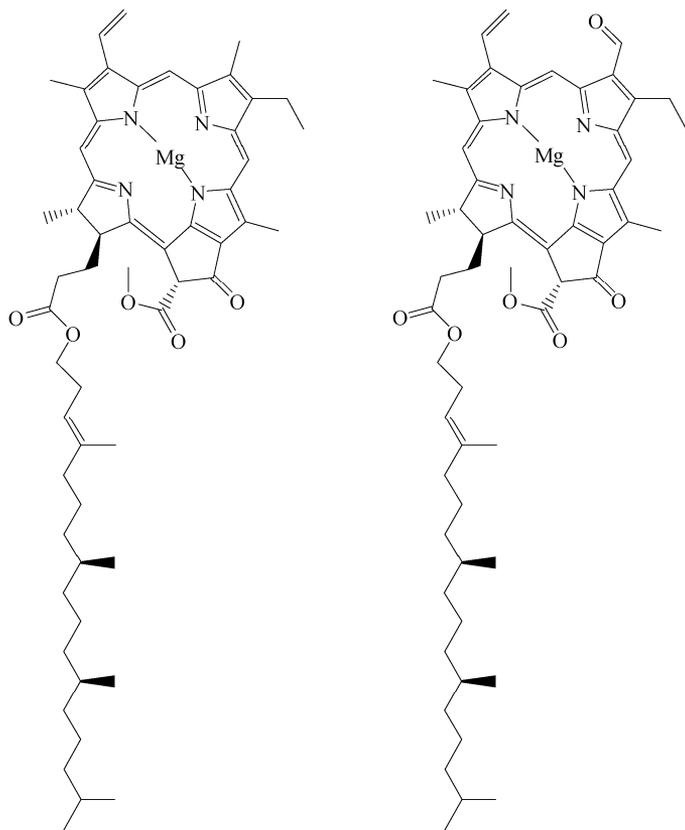


β-胡萝卜素的化学结构式

## ► 叶绿素

20 世纪初，德国化学家理查德·韦尔斯泰特采用色层分离法成功提取出了绿叶中的物质。经过 10 年的努力，韦尔斯泰特从成吨的绿叶中成功提纯到了叶绿素 (chlorophyll)，为此，查德·韦尔斯泰特于 1915 年荣获诺贝尔化学奖。

高等植物叶绿体中的叶绿素主要有叶绿素 a 和叶绿素 b 两种，它们不溶于水而溶于有机溶剂。叶绿素 a 的分子式为  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ；叶绿素 b 的分子式为  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ 。在颜色上，叶绿素 a 呈蓝绿色，叶绿素 b 呈黄绿色。

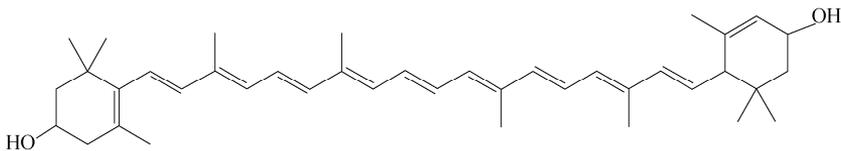


叶绿素 a (左) 和叶绿素 b (右) 的化学结构式

## ► 叶黄素

叶黄素主要存在于蔬菜中，属于类胡萝卜素。绿色蔬菜的颜色越深，叶黄

素的含量就越高。芥蓝、菠菜、花椰菜、芦笋等中含有丰富的叶黄素。蛋黄中也含有较高量的叶黄素。



叶黄素的化学结构式

现代医学证明，蔬菜中所含的天然叶黄素是一种重要的抗氧化剂，在保护眼睛方面起着重要的作用。

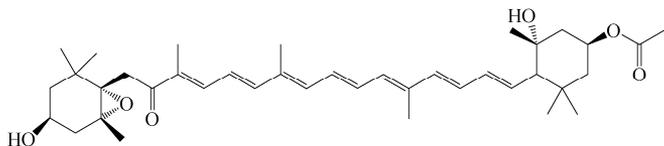
(1) 叶黄素是视网膜的主要色素成分：人的眼睛中含有大量的叶黄素，这种物质是人体无法制造的，必须靠摄入叶黄素来补充，缺乏这种物质会导致失明。

(2) 保护眼睛不受光线损害：太阳光中的紫外线及蓝光进入眼睛会产生自由基，导致白内障。眼角膜及晶状体过滤掉紫外线，叶黄素过滤掉蓝光，保护眼睛不受损害。

(3) 保护视力：叶黄素可促进视网膜细胞中视紫质（rhodopsin）的再生，可预防重度近视及视网膜剥离，保护视力。

### ► 岩藻黄素

岩藻黄素是一种重要的类胡萝卜素，参与光合作用的光化学系统，在叶绿素的类囊体中参与光合作用，与叶绿素 a 一起和某些蛋白质组装成岩藻黄素叶绿素 a 蛋白质复合体，起到光捕获和光传递的作用。



岩藻黄素的化学结构式



### 参考资料

A. Sella. 2014. Classic kit: Tsvett's column. Chemistry World, 12.

# 巴斯德滴管



## 中文名

巴斯德滴管、巴氏滴管

## 英文名

Pasteur Pipette

## 发明者

路易斯·巴斯德（Louis Pasteur）

## 主要功能

用于吸取或加入少量的液体试剂（溶剂），是实验室中常用的一种仪器。

## 仪器构造

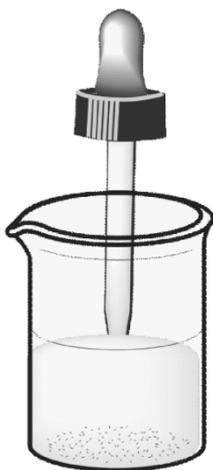
滴管由橡皮乳头和尖嘴玻璃管构成。



巴斯德滴管

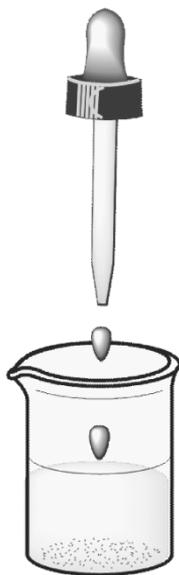
巴斯德滴管的使用方法分两步：

第一步，使用滴管吸入试剂/溶剂。用手指捏紧橡胶乳头，赶出滴管中的空气，然后把滴管伸入试剂/溶剂瓶中，放开手指，试剂/溶剂即被吸入滴管内。



用巴斯德滴管吸入试剂/溶剂

第二步，使用滴管滴加试剂/溶剂。用手指轻捏橡胶乳头，在压力的作用下将滴管中的试剂/溶剂排出管外。滴加时，滴管要保持垂直于容器正上方，不能将滴管伸入容器内的液体中，也不能将滴管触碰到容器壁上，以免沾污滴管或造成试剂/溶剂的污染。取完或滴加完试剂/溶剂后，滴管不要平放或倒置，应保持橡胶头在上方，防止溶液倒流而腐蚀橡胶头。



用巴斯德滴管滴加试剂/溶剂

现在的巴斯德滴管常采用透明聚乙烯（PE）等材料制成，广泛应用于化学、医药、生物、临床等实验室，属于一次性易耗品。



用聚乙烯（PE）制成的巴斯德滴管

## 发明者小传

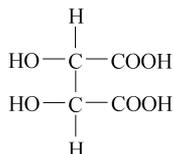
路易斯·巴斯德于1822年12月27日出生在法国东部裘拉（Jura）省的洛尔镇（Dole）。父亲是一名退伍军人，退伍后做鞣革工人，母亲是农家女。中学时，巴斯德在学校表现普通，除了对科学（化学、物理）和艺术类学科有兴趣外，对其他学科并没有很大兴趣。

1840年，巴斯德中学毕业后被聘到布山松中学当助教。他一边任教一边准备大学入学考试。当时法国有两所大名鼎鼎的学校——高等师范学校（Ecole Normale supérieure）和高等理工科学校。1843年8月，巴斯德考入高等师范学校，攻读化学和物理。1846年，23岁的巴斯德从高等师范学校毕业，并通过了物理教授资格考试。毕业后的巴斯德希望能留在巴黎继续做科学研究，在溴元素（Br）的发明人巴莱（Antoine-Jerome Balard）的帮助下进入了巴黎中央理工学院，成为一名博士研究生，跟随当时著名的化学家巴莱、毕欧（Jean-Baptiste Biot）等一起做研究。1847年，巴斯德博士论文通过，取得理学博士学位。

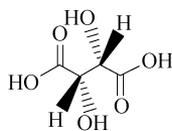
1848年，巴斯德开始对晶体学的研究很感兴趣，认为晶体的研究是“有用的科学”。他注意到在酿酒的过程中酒石酸的晶体会在发酵过程中沉积，于是选择酒石酸盐作为研究课题。当时困扰着他导师毕欧的一个问题是：发酵过程中生成的酒石酸晶体具有旋光性（当偏振光通过酒石酸溶液时会产生右旋光），而人工合成出的酒石酸晶体却没有旋光性。为什么分子



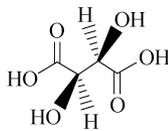
式相同的化合物会有截然不同的光学特性？为了解决这个问题，巴斯德一次又一次反复结晶酒石酸，并细心观察酒石酸晶体的形状，结果发现：合成出的酒石酸晶体有两种不同的形状，一种是晶体较长、晶面在左边，另一种是晶体较长、晶面在右边。这两种不同形状的晶体具有对称性，就如同人的左手和右手一样。而从发酵过程中生成的酒石酸晶体只有一种形状，即晶体较长、晶面在右边。于是他大胆设想，合成出的酒石酸晶体之所以没有旋光，可能是因为两种晶体的旋光方向相互抵消（对映异构体），如果把这两种不同的晶体分开，应该会出现旋光性。为了验证这一设想，巴斯德用镊子仔细地将从合成出的酒石酸晶体按不同形状分开，当他把晶面在左边的晶体挑出来溶解，然后用偏振光照射时，他观察到了左旋现象；同样，当他把晶面在右边的晶体挑出来溶解，用偏振光照射时，他观察到了右旋现象。巴斯德的这一发现为他赢得了英国皇家学会颁发的拉姆福德奖章（Rumford medal），也为现代不对称合成化学奠定了基础。



酒石酸分子的化学结构式



D-



L-

D-酒石酸（左）和 L-酒石酸（右）对映异构体的化学结构式

法国的葡萄酒和啤酒在欧洲是很有名的，但葡萄酒和啤酒放置一段时间后常常会变酸。1856年，法国里昂一家酿酒厂请巴斯德帮忙，看能否防止葡萄酒变酸。巴斯德答应了这个请求，他在显微镜下仔细观察变酸后的葡萄酒，结果发现：当葡萄酒变酸后，酒液里有很多细棍似的乳酸杆菌，正是这种乳酸杆菌在葡萄酒里繁殖，导致葡萄酒“变酸”。他把封闭好的酒

瓶放在水里加热，试图杀死这种乳酸杆菌，经过多次反复试验，巴斯德终于找到了有效的解决方法：把酒瓶放在 50~60℃的水中加热半小时，就可杀死酒里的乳酸杆菌，而又不会把葡萄酒煮坏，这就是著名的巴斯德杀菌法（又称高温灭菌法）。这个方法至今仍在使用，市场上出售的消毒牛奶就是将封闭好的牛奶在一定的温度下进行加热消毒。1867 年，在万国博览会上，巴斯德高温灭菌法获得杰出奖，巴斯德也被聘为巴黎索邦大学（Sorbonne University）的化学教授。

巴斯德对细菌的研究越来越有兴趣，他开始做更多的实验。狂犬病是一种致命的传染病。人和家畜被病犬咬伤之后，也会患上狂犬病。在法国，狂犬病每年要夺走数以百计法国人的生命，当时没有疫苗，也没有免疫球蛋白，人们只能使用烧红的铁棍治疗狂犬病。19 世纪的欧洲人相信，火焰与高温可以烧死所有的动植物，包括肉眼看不见的细菌。因此，当时只要有人被动物咬伤，医生都会用烧红的铁棍去烙烫伤口，想借此“烧”死看不见的病毒，但这种方法并没有实际疗效，根本治疗不好狂犬病，只是加速患者的死亡。看到这种情形，巴斯德和助理决心要研制出狂犬疫苗。他们冒着生命危险采集狂犬的唾液，然后注射到健康犬的脑中，健康的犬果然马上发病死亡，经过数次的动物实验，巴斯德推论出狂犬病病毒应该都集中在神经系统上，因此他从因感染狂犬病而死亡的兔子身上取出一小段脊髓，悬挂在无菌烧瓶中，使其“干燥”。他发现，没有经过干燥的脊髓，是致命的，如果把脊髓研磨后将其和蒸馏水混合，注入健康犬的体内，犬必死无疑；相反，把干燥后的脊髓研磨后将其和蒸馏水混合注入犬的身上，犬却能神奇地活下来。于是，巴斯德推断干燥后的脊髓的病毒已经死了，至少已经非常微弱了。因此他把干燥后的脊髓磨碎加水制成疫苗，注射到犬的脑中，再让打过疫苗的犬，接触致命的病毒。经过实验，巴斯德惊奇地发现接种过疫苗的犬，即使脑中被注入了狂犬病毒，也不会发病。狂犬疫苗就这样被研发成功了！在研发狂犬疫苗实验中，巴斯德遇到的一个问题就是沾污。早期的移液管都带有烦琐的皮革密封活塞，每次用完后都需要密封，这样做不仅烦琐，而且注射器也会被细菌沾污。于



是，巴斯德将注射器中的玻璃管设计成逐渐变细到尖锥，这样便于实验中使用。不久，这种巴氏吸管开始被广泛用于采样和预防接种。

巴斯德在疫苗接种方面取得的成功让他挽救了成千上万人的生命。除了狂犬病的预防外，巴斯德还成功研究了炭疽病的预防方法。炭疽病主要是对牛、羊牲畜的感染，人偶尔也会被感染。1877年，法国东部炭疽病蔓延，巴斯德在调查鸡霍乱时，偶然发现与空气接触过的培养菌的毒性会变弱。根据他的经验，这种菌可能有免疫作用，或许可以解决正在流行的炭疽病。于是他从因炭疽病而死的动物身上抽出这种细菌，在试管中进行培养，使它们的毒性减弱。他将这些毒性减弱了的细菌注射到健康的动物身上，过后再把毒性强的细菌注射到同一只动物身上，结果发现，这只动物居然没有得病。而跟这只动物同在一起的其他动物，有不少因得了炭疽病而死亡。巴斯德成功发明了炭疽病的预防方法，因为这个贡献，他于1881年获得了杰出十字奖章，1882年被选为法国科学院院士（Academie Francaise）。

巴斯德是19世纪法国杰出的科学家，是微生物学的奠基人，为人类做出了巨大的贡献。由于在科学上的卓越成就，巴斯德在整个欧洲享有很高的声誉，德国波恩大学郑重地把名誉学位证书授予了这位赫赫有名的学者。但是，第二次世界大战爆发后，德国强占了法国的领土，出于对自己祖国的深厚感情和对侵略者的极大憎恨，巴斯德毅然决然地把名誉学位证书退还给了波恩大学，他说：“科学虽然没有国界，但科学家却有自己的祖国。”这掷地有声的话语，充分表达了一位科学家的爱国情怀，并因此而成为一句不朽的爱国名言。

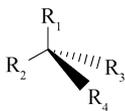


## 小资料

### ► 手性分子

手性（chirality）一词源于希腊语“手”。如果分子与其镜像不能重合，则被称为“手性分子”。手性分子指的是：分子在化学结构上镜像对称而又不能完

全重合的分子。碳原子在形成有机分子时，4 个原子或基团可以通过 4 根共价键形成三维的空间结构。由于相连的原子或基团不同，它会形成两种分子结构。这两种结构不同的分子，从元素组成来看是完全相同的，但在三维结构上不管怎样旋转都不会重合，就像左手和右手一样，互相对映。这两种组成相同、结构不同的异构体被称为对映异构体（enantiomers）。具有这种性质的化合物分子称为手性分子。手性分子的一个重要特点是：不具有对称面 and 对称中心，就像是实体和镜像不能重叠。



连接四个不同基团的手性分子的立体结构式

### ► 旋光性

当普通光通过一个偏振的透镜时，一部分光被挡住，只有振动方向与棱镜晶轴平行的光才能通过。这种只在一个平面上振动的光称之为平面偏振光，简称偏振光。当偏振光通过手性化合物溶液后，偏振面的方向就被旋转了一个角度。这种能使偏振面旋转的性质称为旋光性。

### ► 巴黎高等师范学院

法国巴黎高等师范学校（Ecole Normale Supérieure）创办于 1794 年（原名巴黎师范学校），距今已有 200 多年的历史，是世界著名的综合性大学，有着一流的研究机构和辉煌的学术成就，大批优秀的顶尖级人才，曾为法国培养了几任总统与总理，也为法国培养出了无数的杰出人士，先后共有 11 位学者获得过诺贝尔奖，10 位学者获得过菲尔兹奖。

### 参考文献

A. Sella. 2010. Classic kit: Pasteur pipette. Chemistry World, 4.

( G-3151.01 )

LEGEND OF

# 发明传奇

化学仪器的故事

INVENTIONS  
THE STORY OF CHEMICAL INSTRUMENTS



科学出版社  
互联网入口



创造有价值的阅读 | 科学出版社科学人文分社

编辑部: 010-64035853 销售: 010-64031535

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

销售分类建议: 科普

www.sciencep.com

ISBN 978-7-03-050008-3



9 787030 500083 >

定价: 29.80 元