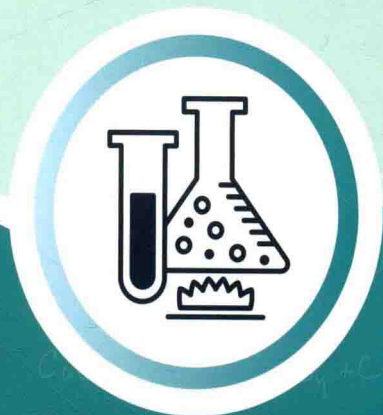


## 身边的化学

丛书主编 全汉炎  
本册主编 杨 昌



# 身边的化学

SHENBIAN DE HUAXUE

丛书主编 全汉炎

本册主编 杨 昌

本册编委 方乐欣 许雯辉 陈蔓惠 王明新



广东高等教育出版社  
Guangdong Higher Education Press

· 广州 ·



## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

身边的化学 / 杨昌主编. —广州: 广东高等教育出版社, 2017. 6

(广东实验中学校本科研系列成果 / 全汉炎主编)

ISBN 978 - 7 - 5361 - 5942 - 6

I. ①身… II. ①杨… III. ①中学化学课 - 教学研究 - 高中 IV. ①G633. 82

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第 137445 号

## 身边的化学

广东高等教育出版社出版发行

地址: 广州市天河区林和西横路

邮编: 510500 电话: (020) 87554153

网址: [www.gdgjs.com.cn](http://www.gdgjs.com.cn)

佛山市迎高彩印有限公司印刷

787 毫米 × 1 092 毫米 16 开本 6 印张 139 千字

2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷

定价: 25.00 元

(版权所有, 翻印必究)

# 前言

化学是一门重要的基础科学，它在整个自然科学中的关系和地位，正如美国化学家皮门特尔和孔罗德在《化学中的机会——今天和明天》一书中指出的：“化学是一门中心科学，它与社会发展各方面的需要都有密切关系。”

首先从人们身边的衣、食、住、行来看，色泽鲜艳的衣料、粮袋子、菜篮子、食品添加剂、建筑材料、汽油添加剂、防冻剂、药品、洗涤剂、美容品和化妆品等无不与化学有关。再从社会发展来看，化学对于实现现代化具有重要的作用。农业要大幅度地增产很大程度上依赖于化肥、农药、植物生长激素和除草剂等化学产品；工业现代化和国防现代化方面，亟须各种性能迥异的金属材料、非金属材料和高分子材料；导弹的生产、人造卫星的发射，需要很多种具有特殊性能的化学产品。

随着科学技术和生产水平的提高以及新的实验手段和电子计算机的广泛应用，不仅化学科学本身有了突飞猛进的发展，而且由于化学与其他科学的相互渗透、相互交叉，也大大促进了其他基础学科和应用科学的发展和交叉学科的形成。目前国际上最关心的几个重大问题——环境的保护、能源的开发利用、功能材料的研制、生命过程奥秘的探索——都与化学密切相关。当今化学家和生物学家正在通力合作，探索生命现象的奥秘，而从原子、分子水平上对生命过程做出化学说明则是化学家的优势。

本书主要从生活中的衣、食、住、行出发，通过浅显易懂的理论介绍和简单易做的一些小实验，让同学们明白“化学”就在我们身边。“化学”它不是什么“洪水猛兽”，“化学”是人类的好朋友，正是因为有了“化学”，我们的世界才变得如此绚丽多彩，让很多的不可能变为可能。我们希望同学们通过学习这门课程后，对化学有新的认识，同时我们也希望能通过该课程让同学们增强化学核心素养，能够具备辨别社会上一些虚假宣传和骗局的能力。

因为化学学科本身的一些独特性，以及中学知识和仪器设备的欠缺，本书还存在一些不足，有一些微观的、展现本质的图片和视频不能呈现出来，这些将会是我们在以后奋斗的重点。

编者

2017年5月

# 目 录

|                     |    |
|---------------------|----|
| 第一课 指纹显示 .....      | 1  |
| 第二课 隐形墨水 .....      | 6  |
| 第三课 天气瓶 .....       | 11 |
| 第四课 茶 叶 .....       | 18 |
| 第五课 酒 .....         | 24 |
| 第六课 胶 体 .....       | 28 |
| 第七课 硅酸盐 .....       | 34 |
| 第八课 化学暖袋 .....      | 41 |
| 第九课 化学炸药 .....      | 47 |
| 第十课 电 池 .....       | 53 |
| 第十一课 树叶电镀 .....     | 61 |
| 第十二课 洗涤剂 .....      | 66 |
| 第十三课 消毒剂 .....      | 72 |
| 第十四课 泡 菜 .....      | 76 |
| 第十五课 阿司匹林 .....     | 81 |
| 第十六课 加碘盐中碘的测定 ..... | 87 |



# 第一课 指纹显示



## 化学在身边

指纹是手指末端表皮上凹凸不平的纹线，人出生后的6个月内，会形成完整指纹而至死不变。人的指纹重复率极小，可以作为人的身份认证，因此被称为“人体身份证”。在刑事侦查、法庭诉讼中，指纹是最传统、最直接的科学证据之一，在提供确切证据、指控嫌疑人方面有着重大作用；在日常生活中，指纹认证已经成为一种风潮，如指纹验证门锁、指纹解锁手机、指纹上下班打卡；港澳通行证也从小本子变成了小卡片，刷指纹就可以过关。

指纹由于其唯一性，比人脸识别、密码识别对人的身份认证更可靠。在追踪犯罪，识别嫌疑人时，一枚指纹能提供最有力的证据；因自然灾害或事故死伤而无法辨别面貌的人员，根据他们的指纹可以有效辨别其身份；在办理登记身份证、通行证、护照等有效证件时，将指纹数据登记入指纹库，这样可以有效地收集公民的指纹，完善指纹库；指纹认证也可以用于安防、安检和门锁的开启。放眼未来，指纹将更多地应用到我们生活的方方面面。

要获得一枚有效的指纹，须经过指纹显现、指纹鉴定和指纹识别3个过程。其中，指纹显现是第一步，有了清晰可辨的指纹才可以进行指纹的鉴定和识别，所以指纹显现是最基础的。



## 科学小课堂

### 【指纹种类】

人在不同物品上留下的指纹印记是不同的，具体可分为以下三类。

第一类是明显纹，即人肉眼可以观察到的纹路。比如手指指端蘸墨水、印油、油漆、血液等转印到平滑表面时形成的纹路，这类纹路清晰可见，不需要额外的处理。将指纹印在指纹卡上是采集人的指纹录入指纹库的一般方法。

第二类是成型纹，一般是手指按压在柔软表面形成的指纹，比如手指按压烛油、黏土等物质。

第三类是潜伏指纹，是手指上的汗液等身体自然分泌物转移至其他物体处形成的

纹路，肉眼难以观察，这是日常生活中常见的指纹。我们用手指接触过的物体上都残留有大量的指纹。这些指纹肉眼无法观察，需要使用特殊的方法加以处理才能够显现出来。

指纹显现一般处理的是潜伏指纹。潜伏指纹也分为两种，一种是留在非吸水性物品如玻璃、金属、塑胶、瓷砖等表面的指纹，一种是留在有良好吸水性物品如纸张、木头、皮革等表面的指纹。非吸水性物品上的指纹显现较为简单，用与物品颜色不同的粉末撒在其表面即可得到完整的指纹。但吸水性物品上的指纹，需要采用特殊的处理才能够显现。

### 【指纹显现的方法】

人手指表面的身体自然分泌物中含有水分、无机盐、油脂以及氨基酸，这些分泌物中的水分在空气中容易蒸发，消失最快，而无机盐和有的脂类不容易被氧化和水解，氨基酸不容易被氧化但容易水解。各种物质在空气中的保留时间长短不一，主要取决于其种类和浓度。相对来说，汗液和油脂的浓度越大，潜伏指纹能够保留的时间就越长。如果指纹上沾有外来油脂，保留的时间将大大延长。

显示指纹的依据是汗液成分的化学性质。随汗液排出的氨基酸、类酯体、脂质、微量元素均可用来进行化学反应，经显示后得到指纹图像。处理方法有茚三酮法：试剂与氨基酸或胺类（ $-\text{NH}_2$ ）反应，经氯化亚锡还原，生成荧光物；8-羟基喹啉法：试剂与汗液带出的微量元素如铝作用，生成荧光物；激光法：将一定波长的激光照射指纹汗渍中的氨基酸类酯体，发出黄绿色荧光； $\alpha$ -氰基丙烯酸乙酯法：将此试剂的蒸气喷到指纹上，与人体排出的脂质及蛋白质作用，聚集纹迹，可直接观察，还可罗丹明 6G 增加对比度（即与周围非纹区的反差）；血痕显示法：用邻甲基联苯胺与手印中的血渍有关成分（过氧化酶催化试剂对过氧化氢的）反应，以识别指纹。



图 1-1 荧光试剂法显现的指纹

### 【指纹的有效期】

随着时间的推移，指纹上的分泌物会被氧化和水解，指纹的显现活性会越来越低。陈旧性潜伏指纹中部分油脂和水分最快在空气中消失，其次为无机盐，氨基酸保留时间



较长。有研究表明,遗留时间超过4个月时,指纹纹线开始扩散,可辨识度降低;7个月之后,指纹纹线有明显的扩散现象。而在化学指纹显现方法中,有机显色法和荧光试剂法是检测陈旧性潜伏指纹的重要技术。



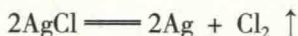
### 省实实验室

## 看到我的指纹

### 【实验原理】

**碘蒸气法:**碘加热会升华变成蒸气,碘蒸气可吸附在指纹上的油脂和汗液中,将指纹染成黄棕色。而且指纹上的分泌物中还含有部分的不饱和脂肪酸,其能与碘发生化学反应,生成碘的饱和硬脂酸,再将指纹染成褐色。利用碘蒸气法能检测出几个月之前的指纹。

**硝酸银溶液法:**指纹中的汗液含有氯化钠,氯化钠能与硝酸银反应生成氯化银难溶物。在太阳光照射下,氯化银分解,生成小颗粒的银附着在指纹表面,呈棕黑色。利用硝酸银溶液法可检测出更长时间之前的指纹,是指纹显现中较为便捷的方法,较常使用。



**茚三酮显色法:**指纹中的汗液含有多种氨基酸,与有机试剂茚三酮经过一系列反应后会生成紫蓝色物质,使指纹显现。有机显色法能检测出一两年前的指纹。

### 【实验用品】

白色纸片、试管、酒精灯、凡士林、碘、硝酸银溶液、茚三酮乙醇乙醚溶液。

### 【实验步骤】

#### 1. 碘蒸气法。

将手指指腹在纸片上轻轻按压,在通风橱中用碘蒸气进行熏蒸即可使指纹显现(见图1-2)。



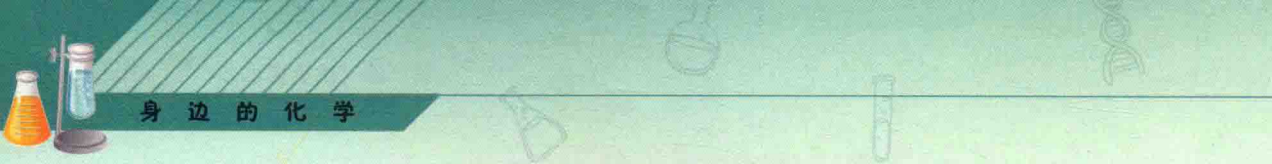


图 1-2 碘蒸气法得到的指纹

## 2. 硝酸银溶液法。

将手指指腹在纸片上轻轻按压，然后把硝酸银溶液涂抹在纸片上，放在太阳下暴晒 10 分钟即可使指纹显现（见图 1-3）。



图 1-3 硝酸银溶液法得到的指纹

### 3. 茚三酮显色法。

将手指指腹在纸片上轻轻按压，然后把茚三酮乙醇乙醚溶液涂抹在纸片上即可使指纹显现（见图 1-4）。

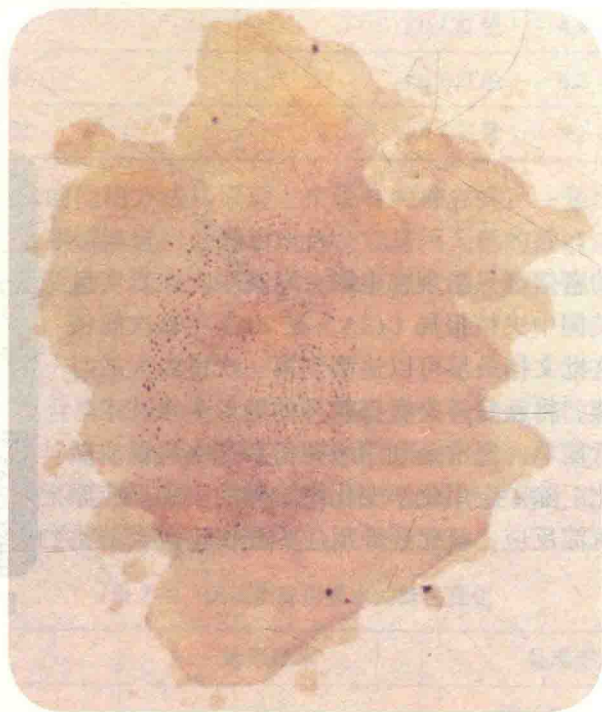


图 1-4 茚三酮显色法得到的指纹

## 第二课 隐形墨水



### 化学在身边

隐形墨水书写的密信不只出现在电影、电视中，在真实世界中也确有使用。美国中央情报局（CIA）在 2011 年首次解密了 6 份机密文档，这批文档最早可以追溯到第一次世界大战时期，揭示了不少间谍、将领和外交官都使用的隐形墨水技术。隐形墨水的原理非常简单，通常是利用酸碱指示剂在酸性或碱性溶液中的颜色变化，除了应用化学变化中酸碱的中和反应原理之外，还可利用沉淀反应、氧化还原反应、配位反应及催化反应等反应原理。



图 2-1 市售隐形墨水



### 科学小课堂

#### 【隐形墨水的类型】

以反应原理为分类依据，隐形墨水可分为酸碱型、沉淀型、配离子型、氧化还原型及催化型等 5 种类型。

##### （1）酸碱型。

酸碱指示剂是一类结构较复杂的有机弱酸或有机弱碱，它们在溶液中能部分电离成指示剂的离子和氢离子（或氢氧根离子），并且由于结构上的变化，它们的分子和离子具有不同的颜色，因而在 pH 不同的溶液中呈现不同的颜色。常用的指示剂的颜色变化范围如表 2-1 所示。

表 2-1 常用的指示剂的颜色变化范围

| 名称        | 变色范围                              |
|-----------|-----------------------------------|
| 酚酞        | 8.2（无色）~ 10.0（红色）                 |
| 石蕊        | 4.0（红色）~ 6.4（蓝色）                  |
| 麝香蓝（百里酚蓝） | 1.2（红色）~ 2.8（黄色） 8.0（黄色）~ 9.6（蓝色） |





续上表

| 名称             | 变色范围                |
|----------------|---------------------|
| $\beta$ -二硝基苯酚 | 2.4 (无色) ~ 4.0 (黄色) |
| 甲基橙            | 3.0 (红色) ~ 4.4 (橙黄) |
| 甲基红            | 4.4 (红色) ~ 6.2 (黄色) |
| 刚果红            | 3.0 (蓝紫) ~ 5.2 (红色) |

酸碱型的隐形墨水的使用方法从原理上来说有两种方式：一是用指示剂作为隐形墨水进行书写，再用酸液或碱液进行处理后显色；二是用无色的酸液或碱液作为隐形墨水书写，再用指示剂进行处理。综合考虑指示剂的显色范围、稳定程度等因素，较常使用酚酞作为隐形墨水。

(2) 沉淀型。

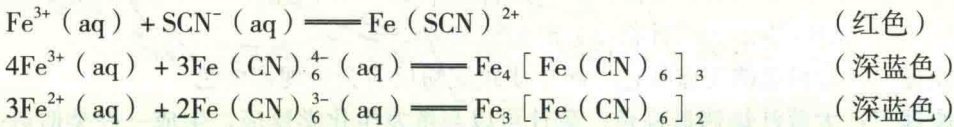
利用两种不同的化合物反应时产生的有色沉淀物来配制成沉淀型的隐形墨水，例如由硝酸铅或硝酸银溶液与硫化铵溶液作用产生黑色的硫化铅 ( $\text{PbS}$ )或黑色的硫化银 ( $\text{Ag}_2\text{S}$ )沉淀和由硝酸铅或硝酸银溶液与碘化钾溶液作用产生黄色的碘化铅 ( $\text{PbI}_2$ )或黄色的碘化银 ( $\text{AgI}$ )沉淀，可在白色滤纸上呈现出黑色或黄色字体。

表 2-2 沉淀型隐形墨水的颜色变化

| 纸张颜色 | 隐形墨水                         | 处理溶液及最终效果                         |
|------|------------------------------|-----------------------------------|
| 白色   | $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液 | $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，黑色字 |
|      |                              | $\text{AgNO}_3$ 溶液，黄色字            |
|      | KI 溶液                        | $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，黑色字 |
|      |                              | $\text{AgNO}_3$ 溶液，黄色字            |
| 黑色   | NaCl 溶液                      | $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，白色字 |
|      |                              | $\text{AgNO}_3$ 溶液，白色字            |

(3) 配离子型。

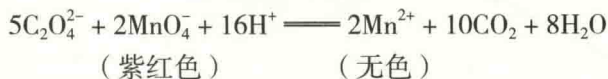
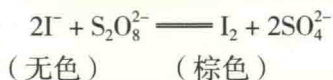
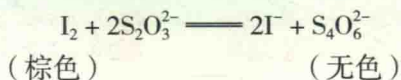
利用由金属阳离子和非金属阴离子结合成有色的配离子来配制成隐形墨水。例如氯化铁溶液和硫氰化钾溶液作用形成红色的配离子；氯化铁与亚铁氰化钾溶液或氯化亚铁与铁氰化钾溶液作用皆分别形成深蓝色配合物，离子反应方程式如下：



(4) 氧化还原型。

利用氧化剂与还原剂作用时产生颜色变化的原理配制成隐形墨水。例如硫代硫酸钠溶液与碘液作用时碘液的棕色会消失；过氧二硫酸钾溶液将碘化钾溶液中的碘离子氧化

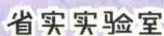
成碘分子而呈现棕色；草酸将紫红色的高锰酸钾溶液还原成无色的锰离子，其离子反应方程式如下：



(5) 催化型。

利用催化剂的催化作用而使化学反应发生并且产生明显的颜色变化的原理来配制的隐形墨水。例如由重铬酸钾 ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 催化过氧化氢而分解成水和氧气时, 重铬酸钾先转变为暗褐色的过氧重铬酸钾 ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_9$ ), 随后又会放出氧气而恢复为原来的重铬酸钾; 鲁米诺在碱性溶液和双氧水存在下受到  $\text{Fe}^{3+}$  或  $\text{Fe}^{2+}$  等离子催化而出现蓝绿色光。因此, 若将重铬酸钾溶液处理在滤纸上, 随后用双氧水在滤纸上写字, 则会出现暗褐色字体, 但不久又会消失。若将铁氰化钾 [ $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ]、氯化铁 ( $\text{FeCl}_3$ ) 或氯化亚铁 ( $\text{FeCl}_2$ ) 溶液分别处理在滤纸上, 然后在鲁米诺的氢氧化钠溶液中加入少许双氧水, 于暗室内在滤纸上写字, 则会出现蓝绿色光的字迹, 但不久又会消失。

除上述利用较为简单的化学反应原理制成的隐形墨水外，生活中还有一些利用复杂化学变化或物理变化完成化学密信的例子，例如利用大葱汁、柠檬汁、白醋等作为隐形墨水，需要过水、加热等。科技发展日新月异的今天，陆续有新型的隐形墨水被研发。一种由活性藻类细胞和水等材料制成的隐形墨水，墨迹最初显示为粉色或蓝色，几分钟后迅速消失殆尽。然后，只需将作品放在特定的保温箱中，给予光照等条件，墨水中的藻类细胞将开始生长，墨迹也随之变得清晰可见。



## 化学密信

### 【实验原理】

原理一：酚酞遇氨水变红色。酚酞溶液是一种酸碱指示剂，本身无色。氨水呈碱性，具有挥发性，酚酞溶液遇碱性物质显红色。

原理二：淀粉遇碘变蓝紫色。碘单质跟淀粉反应会呈现蓝紫色。

原理三：大葱汁烘烤显棕色。葱汁可以与纸发生化学反应，生成一种类似透明薄膜的物质。关键在于这种物质的燃点比纸低，烤一下就会变成焦黑色。所以，用葱汁写了字的白纸在火上一烤，便立即显出棕色字迹来。



### 【实验用品】

白纸、酒精灯、酚酞试剂、浓氨水、淀粉溶液、碘水、大葱。

### 【实验步骤】

#### 1. 酚酞遇氨水变红色。

取一张白纸，用酚酞试剂写字，晾干后放在盛有浓氨水的烧杯口熏，会显示出红色字迹。放在通风处，一会又变成无色（见图 2-2、图 2-3）。



图 2-2

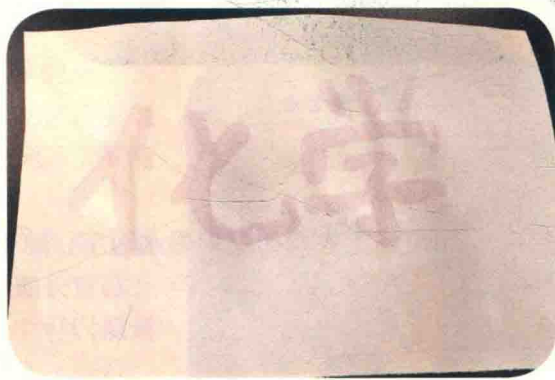


图 2-3

#### 2. 淀粉遇碘变蓝紫色。

用稀淀粉溶液在白纸上写字，晾干后无字迹；用碘水涂抹，显出蓝色字迹；放在火焰上方烘干，蓝色褪去。可以反复若干次（见图 2-4）。



图 2-4

#### 3. 大葱汁烘烤显棕色。

取一根葱，切除其须根和管状叶，留下葱白部分，用手捏葱头，让汁液流出来，然后用干毛笔蘸汁液在白纸上写字（也可直接用葱头蘸汁液写），晾干后字迹消失。将白



纸放在烛火上烘烤，会显示出棕色的字迹（见图 2-5、图 2-6）。



图 2-5



图 2-6

4. 用市场上售卖的隐形墨水写字，晾干后在紫外灯的照射下显示（见图 2-7、图 2-8）。

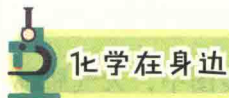


图 2-7



图 2-8

## 第三课 天气瓶



化学在身边

天气瓶是现在流行的小礼品。形态各异的小“雪花”、精致漂亮的玻璃瓶和可以预报天气的功能使天气瓶风靡一时，有的天气瓶甚至售价 200~300 元。天气瓶到底是什么，真的可以预报天气吗？

天气瓶又名风暴瓶，是菲茨罗伊船长<sup>①</sup>在海上航行的时候发明的，用于观测天气。菲茨罗伊船长宣称，天气瓶中的晶体形状可以预测天气，航行中可以躲避风暴。

在那次历史性的航行<sup>②</sup>途中，菲茨罗伊记录下了风暴瓶对于天气的预测：

如果液体很澄清，说明天气将会是晴好的；

如果液体是朦胧的，有时伴有沉淀，那么天气也会像溶液一样多云；

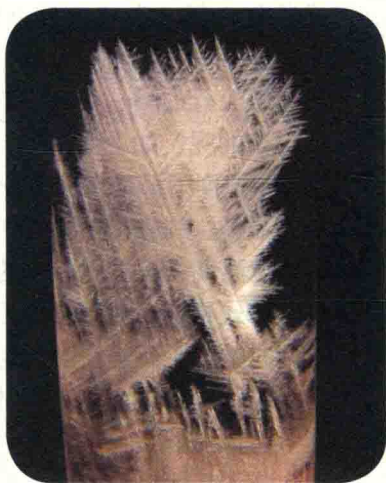


图 3-1 天气瓶（一）



图 3-2 天气瓶（二）

如果溶液中有沉淀悬浮，就预示着重湿的天气或者下雨；

如果悬浮的沉淀和朦胧的液体并存，说明暴风雨将会到来；

如果在晴朗的冬日里液体中有沉淀悬浮，就说明要下雪了；

如果在暖和的日子里或者下雪的冬天，液体中有大块的沉淀，说明将会阴天；

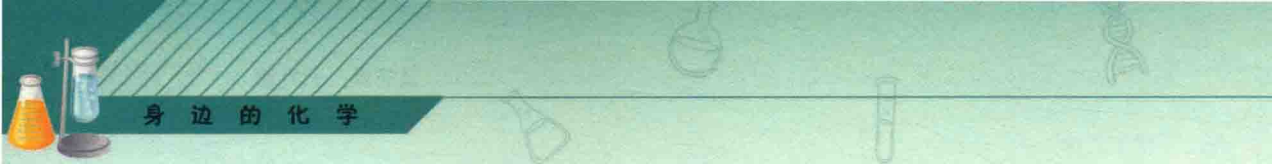
如果在杯底有晶体析出，说明要下霜了；

如果在顶部有螺旋纹，说明要起风了。

① 菲茨罗伊船长即罗伯特·菲茨罗伊舰长，英国皇家海军著名的贝格尔号（亦称小猎犬号）军舰舰长。

② 历史性的航行指的是贝格尔号 1831—1836 年的环球航行，进化论奠基人查尔斯·达尔文随船进行科学考察。





天气瓶中的液体是多组分溶液，是由氯化铵、硝酸钾的水溶液与樟脑的乙醇溶液混合而成。有科学家研究证明，在溶液中析出的晶体是樟脑晶体，而氯化铵和硝酸钾在其中只是充当晶核的作用，促使樟脑结晶析出。氯化铵、硝酸钾的水溶液是为了控制在晶体生长过程中能够成核，析出完整的晶体。

影响天气有三个变量：温度、气压、湿度。而在网上商家的宣传图中，天气瓶都是密封的容器，其中的组成与外界只有热量的交换，所以天气瓶只受温度影响，并不能准确预测天气。而现在有各种可以观测天气的先进仪器，天气瓶的唯一用途就是装饰品而已。

天气瓶流行的另一个原因是当中形态各异的晶体，像雪花一样晶莹剔透。那这些晶体怎么得来的呢？如上文所说，晶体的成分仅为樟脑。樟脑在乙醇溶液中溶解度受温度影响，不同温度下樟脑在溶液中析出的结晶形态不同，而且樟脑与冰（水的固态）一样，都是六方晶体，在玻璃容器中就像一朵朵小“雪花”。真正影响樟脑晶体形态的主要因素就是环境温度以及温度变化的速率。降温速率较快时，结晶体倾向于形成雪花状晶体；而降温速率较慢时，则倾向于形成针状晶体，并有一些簇状分支。影响晶体形态的不是某一时刻的温度，而是温度的变化历程。

在晶体化学的定义中，固体物质可以按照其中粒子排列的有序程度分为晶体和非晶体。其中晶体可以按照固体中粒子之间结合化学键的类型分为离子晶体、原子晶体、金属晶体和分子晶体等。

晶体普遍存在于我们的生活中，大部分的晶体是天然矿物，自然界中的岩石、矿藏、沙石、冰川都是晶体，而人类也制造或提炼了很多晶体，如纯金属、合金、盐和糖等。晶体结构最基本的特征是周期性。晶体当中的原子、离子或分子是按某种规律周期性地排列在空间结构中，即晶体是由原子、离子或分子等粒子在空间按一定规律周期排列构成的固态物质，具有三维空间周期性。

晶体还具有以下性质：

- (1) 各向异性；
- (2) 有确定的多面体外形；
- (3) 有确定的熔点；
- (4) 对称性。

按宏观对称性的特征进行划分，晶体可分为立方、六方、三方（菱方）、四方（正方）、正交（斜方）、单斜和三斜7个晶系。举例如下：

- (1) 立方晶系——金、铁、铅、钻石、明矾；
- (2) 六方晶系——镁、锌、铍、镉、钙、冰；
- (3) 三方（菱方）晶系——砷、水晶、石墨；
- (4) 四方（正方）晶系——锡金、红石、白钨；