

名侦探带你学科学

名侦探之 化学探秘

神秘公寓的真相

徐海 / 编著

- 诺贝尔化学奖得主推荐
- 江苏卫视《一站到底》明星老师
- 超级课程表年度人气课程奖
- 中国高校名人网络关注度200强
- “科学大咖SHOW”优秀奖

手机扫描二维码
直接看魔术视频
寻觅真相大揭秘



化学工业出版社

名侦探之 化学探秘

神秘公寓的真相

徐海 / 编著



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

名侦探之化学探秘. 神秘公寓的真相 / 徐海编著

北京: 化学工业出版社, 2017. 10

(名侦探带你学科学)

ISBN 978-7-122-30412-4

I. ①名… II. ①徐… III. ①化学-青少年读物 IV. ①06-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 190860 号

长沙市人才发展专项资金资助

责任编辑: 成荣霞

文字编辑: 咎景岩

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 芊晨文化

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 高教社 (天津) 印务有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 8¹/₂ 字数 179 千字 2018 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.80 元

版权所有 违者必究

序

随着社会的进步与发展，人文教育与科学教学的相互融合已成为时代的要求，加强人文教育已经成为高校教育改革的主要内容之一。科学人文素质教育对学生的成长无疑是极其重要的，它不仅可以提高学生的科学文化素质与人文素质，还可以引导学生对社会、伦理、环境文化等问题进行深层的思考与探究。

《名侦探柯南》是“九零后”“零零后”学生中认知度最高的动漫之一，与其他动漫不同，它是一部蕴含着丰富的科学知识特别是化学知识的推理动漫；并且，看过《名侦探柯南》的学生都知道，动漫主角——柯南是一名当之无愧的“学霸”，不光是化学，物理、数学、天文、地理、音乐等知识几乎是无所不知的。因此，《名侦探柯南》的引入将进一步提升课堂的趣味性。

中南大学的徐海老师在承担的科学人文类课程——“名侦探柯南与化学探秘”等课程的教学过程中积极尝试与探索，实行了通过动漫等形式激发学生兴趣来开展教学的创新型人文教育模式：每个章节恰当选取《名侦探柯南》动漫中的相关剧情，剪辑形成回顾关键知识点的动画视频，对其中的科学知识点进行具体深入的阐述，取得了非常好的教学效果。这一新颖的教学模式得到了包括《人民日报》《央视新闻》以及新华社等数十家媒体的正面报道并给予好评，这一模式为教学多样化打开了一扇新的窗口。

十多年前，徐海老师在中国科学院化学研究所攻读博士期间，我就认识了他，他为人诚恳、认真、踏实、热忱。这次他把“名侦探柯南与化学探秘”课程的相关内容改编成科普图书，这样不仅仅是中南大学的学生可以通过学习徐海老师的课程来提升科学人文素质，而且世界各地的学生都可以通过本书来系统地学习相关的科学知识，这也为更多喜爱柯南的学生带来了福音。



中国科学院院士
中国化学会理事长

《名侦探带你学科学》前景介绍

真相只有一个！

这句经典名言复刻在每一位柯南迷的脑海里，陪伴着我们走过一个又一个青葱岁月。依稀记得那时，每天在电视机前静静守候的快乐，还有闲暇时和同学们讨论剧情的兴奋……从1999年《名侦探柯南》动画片引入中国大陆以来，历经多年的风雨路程，柯南给了我们许许多多，除了对那些美好日子的怀恋，也富含对生命的思考，以及丰富的科学知识，尤其是化学知识！

在进入正餐之前，让我们先来点开胃菜，了解一下那个永远也长不大的小男孩吧。

《名侦探柯南》（名探偵コナン；Detective Conan）最早是1994年开始在日本小学馆的漫画杂志《周刊少年Sunday》上连载的一部以侦探推理情节为主题的漫画作品，作者为青山刚昌，动画作品则是1996年开始在日本读卖电视台播放，现已发展出真人版、剧场版、OVA等多种版本，如今更是在上海开设了主题馆，吸引了众多柯南迷的驻足围观。

《名侦探柯南》的主角江户川柯南是一名小学一年级的学生，却有着超乎常人的推理头脑。这当然不是因为基因变异，也与任何外星学说无关，之所以会出现这种情况，是因为他的实际身份是高中生侦探工藤新一！

熟悉的故事总是有着熟悉的背景和新奇的设定。《名侦探柯南》也不例外。高中生侦探工藤新一与儿时的玩伴小兰在约会时，目击了一群诡异的黑衣人。他独自跟踪这群人并发现他们正在进行非法交易，没想到却遭到黑衣人同伙的袭击并被迫吞下了毒药。虽然他勉强保住了一命，醒来却发现自己变成少年的模样！在阿笠博士的协助下他隐姓埋名，寄住在名侦探同时也是小兰父亲的毛利小五郎家中，为了揪出这群黑衣人而挑战各种离奇的事件。

一部漫画之所以精彩，除了引人入胜的剧情，丝丝入扣的推理，当然还有性格迥异的人物角色。剧中的主角江户川柯南（真名工藤新一）由于被黑衣人灌下身体缩小的毒药APT_X4869而回到了发育期的孩童状态，为了躲避追杀，只能暂时化名为“江户川柯南”寄住在其青梅竹马玩伴——毛利兰的家中。他自称七岁，现在帝丹小学1年级B班就读。身体缩小前的新一是著名推理作家工藤优作和红极一时的女星工藤有希子（旧姓滕峰）所生之子。他是高中生兼侦探，也是东京警视厅警部目暮的重要助手，推理能力一流，足球球技也胜人一筹，却是个不折

不扣的大音痴。与他青梅竹马的毛利兰，是个内心善良坚强的女孩，还是学校空手道部的主将，曾获关东空手道大赛优胜。其父毛利小五郎曾担任刑警，现改行当私人侦探，开设“毛利侦探事务所”；因柯南用麻醉枪使其麻醉后以小五郎的名义屡破奇案，被称为“沉睡的小五郎”。

除了主角柯南，还有他的一众好友及对手。热衷于科学实验的发明家阿笠博士是个52岁仍然单身的可爱老头，他为柯南发明了许多有用的特种工具；与柯南一样因服下APTX4869而身体缩小的灰原哀本身就是此药的研制者，因不满黑衣组织而出逃，现寄住在博士家里，并以柯南同学的身份生活，她也是目前《名侦探柯南》中最出色的化学家。另外，可爱的少年侦探团，关西的名侦探服部平次和他的青梅竹马远山和叶，帅气的怪盗基德，警视厅的一众刑警，都是令人牵肠挂肚的角色，当然还有神秘的黑衣组织……

《名侦探柯南》作为一部以推理为核心的漫画，其中蕴藏的各种知识可谓不少。剧中的主人公柯南具有高超的侦破与推理能力，当然这与他具有丰富的科学知识特别是化学知识密切相关。APTX4869真的能返老还童吗？为什么喝白干酒有可能解除它的毒性呢？经常看柯南的朋友们是不是对工藤有希子的易容术印象深刻啊？易容术这种东西，它的原理到底是什么？小兰面对着情人节无法送出的巧克力潸然泪下，为什么巧克力代表了爱情，为什么吃了它会有一种恋爱般的幸福感？2008年中国南方遭遇冰雪灾害，是缺乏融雪剂，那么那些常用的融雪剂，它的融雪原理是什么？节庆日在空中绽放的璀璨烟火，短暂却美丽，它是由什么组成的？这样的问题比比皆是，而其中的答案不在别处，就在《名侦探柯南》动画片里，更在这套《名侦探带你学科学》的书中。仅是略微细想，就能了解，科学尤其化学才不是什么恐怖的妖魔鬼怪，而是与我们生活息息相关的好朋友。有句俗语说得好：“生活中并不缺少美，只是缺少发现美的眼睛。”《名侦探柯南》里的科学知识还有很多很多，等待着我们去慢慢发现。

徐老师特别提醒你，看动画片要有选择，有节制、关注健康，保护视力。要听家长的话哟！

最后，感谢长沙市科学技术协会和湖南省科技计划项目2017ZK3014的支持。

徐海



目录

- 1 柯南与干冰** 1
——《帝丹小学七大离奇事件》
- 2 冻结的雪花隐藏的秘密：融雪剂与冰雪知识** 12
——《坚不可摧的雪人》
- 3 一直都那么温暖和美好：温泉** 23
——《温泉密室杀人事件》
- 4 卫生间里的危险** 34
——《浴室密室事件》和《金融公司社长杀人事件》
- 5 无路可逃的隐身凶手：甲醛** 44
——《看不见的凶器》
- 6 破解神秘公寓与奔腾的血水：变色反应** 57
——《幽灵鬼屋的真相》
- 7 干面魔女贝尔摩德青春永驻的奥秘：易容与化妆** 73
——《米花町斜顶阁楼之家》
- 8 甜蜜浪漫的爱情恩赐：巧克力知识** 85
——《巧克力的火热陷阱》
- 9 黑巧克力与兴奋剂** 97
——《OK牧场的悲剧》
- 10 美食中的相生相克** 112
——《危险的处方笺》
- 参考文献** 128



1. 柯南与干冰

——《帝丹小学七大离奇事件》



跟小·兰温剧情

在之前的章节里，我们了解了可以燃烧的神奇的冰——甲烷水合物，也就是可燃冰。这里，我们也会探讨另一种神奇的冰，它极度深寒，室温下直接气化，不会留一丁点儿水汽，这也就是我们今天要讨论的干冰。下边就请回顾《名侦探柯南》，一道去认识一下它吧。

在《名侦探柯南》动画片《帝丹小学七大离奇事件》剧集中，帝丹小学里流传着种种离奇事件的传说，瞪着人的石膏模像，会跑的人体模型，还有夜半在校园里游荡的不明人物以及神秘的白色云雾。于是，闲不住的少年侦探团决定夜晚到校园里去探个究竟。

在探秘的过程中，他们意外地发现有个不明人物始终在偷窥他们。在寻找那个神秘人物的过程中，他们来到一处楼梯前，台阶上却雾气腾腾，楼梯扶手上血红的液体汨汨流动。然而，柯南同学很快发现这只是有人想将他们吓走，那个神秘人物原来是他们的教导主任，而可怜的教导主任只是想找回他被风吹走的假发而已。

本集中，想将他们吓走的教导主任将红色油漆泼在楼梯扶手上伪装成血液，可是那阵阵不断的白色云雾又是怎么回事呢？这就是干冰挥发时吸收热量，使空气中的水蒸气大量冷凝而产生的。接下来就让我们了解干冰，揭开它的神秘面纱！



跟光彦学知识

干冰的化学成分和性质

干冰即二氧化碳的固态形式，通常是块状，类似于大块的冰雪，熔点为 -78.5°C 。它受热后不经液化，直接升华，因此，它气化时可使周围降到极低的温度，并且不会产生液体，所以叫干冰。干冰是二氧化碳经过常温高压液化后再在低压下迅速蒸发而制备的（图 1-1）。

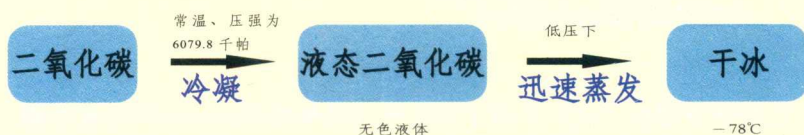


图 1-1 干冰制备流程图

干冰的用途

干冰无任何残留、无毒性、无异味，有灭菌作用，具有使物体维持冷冻或低温状态的特性，所以给它带来了广泛的用途。

工业设备的清洗

干冰可广泛用于石油化工行业、电子工业、一般制造业等行业设备的清洗。干冰喷射介质——干冰颗粒在高压气流中加速，冲击待清洗表面。干冰清洗的独特之处在于干冰颗粒在冲击瞬间气化，干冰的动量在冲击瞬间消失。干冰颗粒与清洗表面间迅速发生热交换，致使固体 CO_2 迅速升华，变为气体。干冰颗粒在千分之几秒内体积膨胀近 800 倍，这样在冲击点造成“微型爆炸”。由于 CO_2 被挥发掉了，干冰清洗过程中没有产生任何二次废物，留下需要清理的只是清除下来的污垢（图 1-2）。

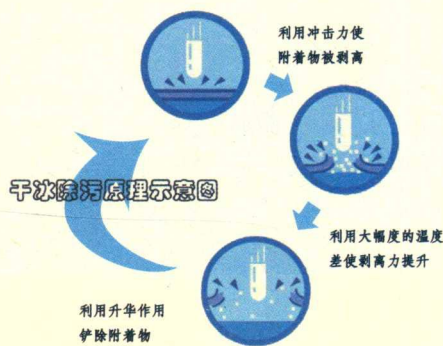


图 1-2 干冰除污原理



这样的清洗方法与传统的清洗方法相比，有什么好处呢？

传统清洗需要停工，并需拆卸、降温、重新组装设备；干冰清洗能清洗到肉眼看到而传统清洗无法清洗的地方，清洗后立即恢复生产，无需拆卸、降温，可在线清洗。从污染方面来说，传统清洗的清洗物会形成二次污染物，而干冰清洗无二次污染，干冰可从接触表面升华。从工时方面来说，传统的清洗、打磨、浸泡等方式费时费力，而干冰清洗是传统清洗时间的1/4或更快。传统清洗对设备的危害更大，会磨损及污染被清洗区域，而干冰清洗无危害，有利于环保，而且更安全（图1-3）。



图1-3 清洗流程图

然而，干冰清洗也并不是完美的。它属于可视清洗流程，一般来说，你必须看得见你所要清洗的物件；干冰清洗设备需要一定压力、流量的压缩空气，会产生高分贝噪声，因此，在清洗过程中，操作及靠近清洗范围的人员需戴耳罩；由于清洗原料为干冰，所以必须有足够的干冰粒来源。

食品行业的应用

在葡萄酒、鸡尾酒或饮料中可加入干冰块，可口的液体在雾气缭绕中更添一分冰爽（图1-4）。星级宾馆、酒楼制作的海鲜特色菜肴如制作龙虾刺身等，在上桌时加入干冰，可以产生白色雾状景观，提高宴会档次。龙虾、蟹、鱼翅等海产品冷冻冷藏也可使用干冰。苏州名菜干冰小龙虾（图1-5）看起来是不是很诱人呢？



图1-4 干冰鸡尾酒

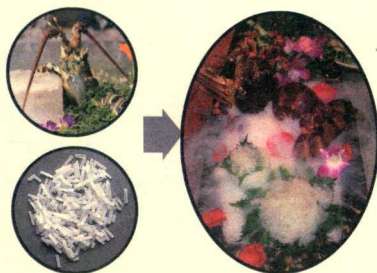


图1-5 干冰小龙虾



哈根达斯与干冰不得不说的秘密

若是说到食品行业中使用干冰的例子，在这里我们不得不提到哈根达斯。2001年中秋节前，这个异国品牌将自己的西方浪漫风情融入传统的东方情结中，推出独具创意的“月饼冰淇淋”，在中秋的月饼市场上产生了震撼的影响。作为冰淇淋，可以在冰箱的冷冻柜中保存一段时间，可是，月饼冰淇淋在运输以及流通环节为什么不会融化呢？特别是从专卖店到顾客手中这一段时间，由于顾客不可能使用专门的冷藏车来运送月饼。这该怎么办呢？



我们的主角干冰就是关键！原来，哈根达斯给顾客的冰淇淋月饼包装袋内配上晶莹剔透的干冰块（粒），这不但可以保持冰淇淋外型完整，不融化，而且干冰产生的二氧化碳白雾还制造出一种无限浪漫的情调，给消费者以美的享受。据工作人员介绍，哈根达斯冰淇淋月饼在运输途中，温度也都始终保持低于 -25°C ，这样可以避免冰淇淋融化再冻结，能保证高品质。一般来说，月饼盒里放的干冰量能保证1小时冷藏。如果消费者的路程很远，也可以要求增加一些干冰，这样保存的时间将会更长。

医疗行业的应用

干冰可应用于医疗行业中，就是所谓的冷冻治疗，因为它会轻微地冷冻皮肤。有一种治疗青春痘的冷冻材料就是混合磨碎的干冰及丙酮，有时候会混合一些硫黄。冷冻治疗青春痘可以减少发炎，还可以减少青春痘疤痕的产生。

舞台特效方面的应用

干冰常用于舞台、影视、婚庆等重要场合制作云海效果（图1-6），在本集《帝丹小学七大离奇事件》中，由于干冰挥发时吸收热量，使空气中的水蒸气发生大量冷凝，产生云雾效果。干冰产生的云海，朦胧美妙，宛如仙境，用干冰制作特效的经典剧目不计其数。



图 1-6 干冰的舞台特效

曾经有一则关于使用干冰制作舞台特效使孩子冻伤的报道：宁波市某小学举办文艺演出时，为营造舞台效果，使用干冰机喷射干冰雾气，这些雾气给观众带来如入仙境的感觉，却害苦了一群孩子，在舞台上表演的十多个孩子均被喷出的干冰雾气冻伤（图 1-7）。

干冰雾气远看挺美近了伤人

<http://www.e23.cn> 2012-11-29 09:57:56 都市女报

摘要：近日，宁波市某小学举办文艺演出时，为营造舞台效果，使用干冰机喷射干冰雾气，这些雾气给观众带来如入仙境的感觉，却害苦了一群孩子。在舞台上表演的 10 多个孩子均被喷出的干冰雾气冻伤。

图 1-7 干冰伤人新闻

这又是怎么回事呢？以后使用干冰制作舞台特效还能让人放心吗？经过调查，人们终于找出了事故发生的原因：孩子会被冻伤，是因为演出承包方对干冰机的处理不当，喷射出干冰颗粒所致。

在日常应用中，为让水蒸气最大面积地接触到干冰，一般会选择颗粒状干冰。如果风量过大，干冰颗粒很有可能被一起带到空气中。所以干冰机内大多有特殊装置，可将掺杂在气雾内的干冰颗粒过滤掉。如果厂家偷工减料不安装过滤装置，干冰颗粒被吹出后落到皮肤或薄外套上，就会造成冻伤。

干冰温度一般低于 -40°C ，皮肤直接接触干冰可造成冻伤。一旦发生冻伤，应立即用自来水冲洗，自来水能将皮肤上残余的冷气迅速散发掉。然后移至暖和处，维持患部于温暖、干燥的空气中。

因此，通过正确的处理，干冰的冷冻效果是可以保证的，不会给人们带来危害。



干冰与求雨

1981年7月29日，英国查理王子与戴安娜的婚礼在伦敦举行（图1-8），婚礼之前下了一场倾盆大雨，随后雨过天晴，空气显得格外清新，并且天空还出现了两道绚丽的彩虹，蔚为奇观。这给皇家婚礼带来了无限风采。事后人们才知道，这是英国气象学家设计的一次代号为“晴雨计划”的人工降雨。



图1-8 戴安娜与查尔斯王子的世纪婚礼

早在远古时代，我们的祖先就幻想着掌握呼风唤雨的本领。刀耕火种的初民，跪在炽热的阳光下祈求雨水。巫师们为了求雨使尽了花招，有时戴上面具手舞足蹈，有时放开喉咙呀歌唱。他们还常常向冥冥中的神灵祭献牛羊牲灵，有时甚至祭献活人。巫师们用苇管向空中吹喷水珠，希望这种象征性的雨滴可以带来丰沛的雨水。在中国，一般传说下雨与龙王的出行有关，在《西游记》中，有多次提到求雨的情节，泾河龙王因私自下雨而被斩，车迟国虎力大仙等与孙悟空斗法求雨等，这些当然只是寄托着人们希望能够掌控自然的朴素愿望。后来，世界各地求雨的花样不断翻新。有人鸣枪，有人爆破，还有人点燃某种化学物质，相信这类化合物的烟雾可能引来雨水，但往往给人们带来的是失望。

随着科学技术的进步，人们逐渐了解了下雨的来龙去脉。水汽从海洋和湖泊的水面上升腾，成为空气的一部分，然后形成云朵，雨水或雪片就从云中降下来。但是，水汽究竟怎样凝聚成雨滴，长期以来始终不甚了然。后来，科学家证明，水汽是积聚在灰尘等细小微粒周围形成水滴或冰晶的。这些微尘十分细小，肉眼无法觉察，但如果没有这些微尘，就算空气中有足够的水汽，也不可能形成一滴雨水。美



国化学家欧文·朗缪尔 (Irving Langmuir, 1881—1957) 和文森特·谢弗 (Vincent Schaefer, 1906—1993) 开创了人工降雨的新时代。有一次, 朗缪尔和谢弗正在做实验, 冰箱却停止制冷, 冰箱内的温度降不下去。谢弗情急之下把一些干冰放到冰箱的冰室中, 小冰粒在冰室内飞舞盘旋, 霏霏雪花从上落下, 冰室内寒气逼人, 人工云变成冰和雪 (实验室里保存有人工云, 即充满在冰箱里的水蒸气, 设法使冰箱中的水蒸气与下雨前大气中的水蒸气的情况相同, 并不停调整温度, 加进尘埃进行实验。因为当时的观点认为, 雨点是以尘埃微粒为中心形成的, 若要下雨, 空气中除有水蒸气外, 还必须有尘埃微粒)。根据实验事实他们认识到, 尘埃对降雨并非绝对需要, 干冰具有独特的凝聚水蒸气的作用, 即作为“种子”的云中冰晶的成核作用, 温度降低是使水蒸气变为雨的重要因素之一, 只要温度降到 -40°C 以下, 人工降雨就可能成功。1946年, 在他们的指挥下, 一架飞机腾空而起, 试验人员将207千克干冰撒入云海, 30分钟后, 狂风骤起, 倾盆大雨, 第一次人工降雨试验获得成功。干冰降雨原理见图1-9。另一位青年科学家伯纳德·冯尼古特 (Bernard Vonnegut, 1914—1997) 不满足朗缪尔和谢弗的结论。他相信关于雨滴中心有微细颗粒的结论是有根据的。他查阅了大量的资料, 希望找到一种体积和形状都适于形成水珠或冰晶中心的化学物质。冯尼古特最终选定了碘化银。因为碘化银分子中碘离子与银离子的距离与水分子的两个氢原子之间的距离相近, 碘化银晶体的外形也与水的冰晶外形并无两样。因此, 如将碘化银晶体作为晶核释放到温度较低的过冷却云的水滴中, 就像过冷水一样有了晶核很快结晶。而且, 1克碘化银大约可结出10万颗晶体, 因此, 每平方千米降雨面积理论上只需要10~100千克碘化银。冯尼古特采用纯净的碘化银, 将其射入云层之后, 果然纷纷扬扬飘下了洁白的雪花。碘化银降雨原理见图1-10。

碘化银催雨剂一经使用, 很快获得了比干冰更为广泛的应用 (图1-11)。因为碘化银很容易从地面上用简单的装置发射到云层中, 不像使用干冰那样麻烦。使用干冰有时还有些危险。有几次巨大的干冰块直坠屋顶, 砸出大洞, 引起一片恐慌。后来, 考虑到碘化银的成本还是太贵, 化学家又找到了碘化亚铜来作为人工降雨剂, 也取得了较好的成果。

我国一些经常发生干旱的省、自治区都积极开展了人工降雨技术的试验研究和推广应用, 由于技术趋于成熟, 人工降雨

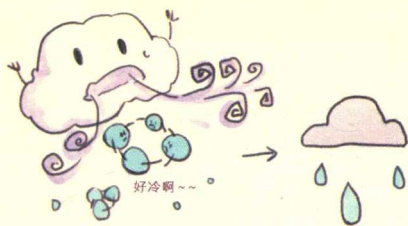


图1-9 干冰降雨原理

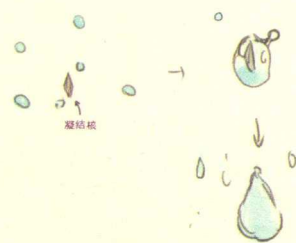


图1-10 碘化银降雨原理



名侦探 ming zhen tan zhi hua xue tan mi 之化学探秘 – 神秘公寓的真相

已成为抗旱抗热的重要手段。特别是在中国某些省、自治区的夏季，气候炎热，雨水稀少，当地气象部门常常采用人工手段来降雨，但由于自然降水过程和人工催化过程中的很多基本问题仍不很清楚，所以并非每次都能成功降雨。未来的人工降水的理论和技术方法还需要科学家们进一步探索。



图 1-11 碘化银人工降雨（来源：南方周末）



看基德炫魔术

干冰是固态的二氧化碳，可以用来制备干冰冰淇淋。随着二氧化碳的汽化，冰淇淋就制备好了。这里，我们使用温度更低的液氮（ -196°C ）来制备冰淇淋，速度更快，口感更细腻！

液氮冰淇淋

魔术名称：液氮冰淇淋

魔术现象：烟雾缭绕，烟雾散去之后，盆中就出现了美味的冰淇淋。

魔术视频：



扫一扫，看视频





追柯南妙推理

在美国南部的德克萨斯州曾发生过一件奇怪的事。有一次，几个美国地质勘探队员去勘探油矿，他们用钻探机往地下打孔，钻到很深的地方。突然，地下的气体以1000磅(1磅=0.4536千克)以上的压力从孔里冲了出来。顿时，管子口喷出了一大堆白色的“冰花”。有的勘探队员用盆取了一些准备烧汤；有的勘探队员好奇地上前滚雪球。结果，汤没烧成，顷刻间锅内空空如也，没有一滴水；队员们的手上不是起了泡就是变黑了。这件事当时一直困扰着勘探队员。你能给他们解释清楚吗？



跟灰原学化学

把干冰（固态二氧化碳）放入铝罐里一段时间，罐外壁结了一层霜，这层霜是由（ ）经过（ ）这种物态变化形成的。寒冬，坐满人的汽车门窗紧闭，水蒸气液化成小水珠附着在玻璃车窗上，水蒸气变成水珠（ ）（选择：会吸热、会放热、不会吸热或放热），水珠会出现在车窗的（ ）（选择：内侧，外侧，内、外侧）。



听博士讲笑话

变化

上午在楼道里听见一位女生气愤地打手机：“刚开始你把我当氧气，后来当空气，再后来当二氧化碳，现在已经把我当一氧化碳了，你什么意思！”