

第3版

# 体验科学

中国科学技术馆物理实践课

中国科学技术馆 编

科学普及出版社

· 北京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

中国科学技术馆物理实践课/中国科学技术馆编. —3版. —北京: 科学普及出版社, 2018. 1

(体验科学)

ISBN 978-7-110-09729-8

I. ①中… II. ①中… III. ①物理学—青少年读物 IV. ①04-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第323683号

策划编辑 郑洪炜  
责任编辑 李 洁 史朋飞  
封面设计 逸水翔天  
责任校对 凌红霞  
责任印制 马宇晨

出 版 科学普及出版社  
发 行 中国科学技术出版社发行部  
地 址 北京市海淀区中关村南大街16号  
邮 编 100081  
发行电话 010-62173865  
投稿电话 010-63581070  
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 889mm×1194mm 1/16  
字 数 290千字  
印 张 14.5  
版 次 2018年1月第3版  
印 次 2018年1月第1次印刷  
印 刷 北京盛通印刷股份有限公司

书 号 ISBN 978-7-110-09729-8/O·187  
定 价 68.00元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

## 《把科技馆带回家》丛书编委会

顾 问 齐 让 程东红  
主 任 徐延豪  
副 主 任 杨文志 束 为 殷 皓 苏 青  
成 员 (按姓氏笔画排序)  
吕建华 苏 青 李其震 杨文志 杨虚杰 束 为  
辛 兵 陈明晖 纳 翔 欧建成 郑洪炜 赵有利  
徐延豪 殷 皓 黄体茂 隗京花 颜 实  
丛 书 主 编 徐延豪  
丛 书 副 主 编 杨文志 束 为 殷 皓 苏 青  
统 筹 策 划 郑洪炜

## 《体验科学》系列编委会

顾 问 束 为  
主 编 殷 皓 苏 青  
副 主 编 欧建成 隗京花 庞晓东 廖 红



## 《体验科学 中国科学技术馆物理实践课》编委会

主 编 束 为 殷 皓 苏 青

副 主 编 黄体茂 欧建成 隗京花 庞晓东 廖 红

执 行 主 编 包 晗 鲍建中

成 员 (按姓氏笔画排序)

王珊珊 王洪鹏 王紫色 孔德英 邓 洁 叶菲菲

申 蕾 冯 澈 刘 宇 刘燕蕾 李 博 李光明

李志忠 杨君君 杨楣奇 迟鸿贞 张 娜 张 桐

张 磊 张华文 张全贵 张志坚 罗 迪 桂诗章

顾亚华 徐国萍 唐剑波 曹 朋 常 原 常 娟

崔二梅 梁学军 谢洪涛 黎 红 霍菲菲

移动平台设计 卢志浩 周明凯

视频编辑制作 吴彦旻 郝倩倩 王 鹏 药 蓬 李竞萌 耿 娴

阚子毅 任继伟 胡 博 张永乐 张 乐 郭 娟

杨肖军 裴媛媛 安珊珊

视频拍摄人员 辛尤隆 孙伟强 黄 践 王 晔 张磊巍 秦英超

邵翔楠 高梦玮 桑晗睿 王晰玉







提高全民科学素质，是实施创新驱动发展战略、建设创新型国家的一项基础性任务。2016年2月，国务院办公厅印发《全民科学素质行动计划纲要实施方案（2016—2020年）》（国办发〔2016〕10号），明确提出要大力开展校内外结合的科技教育活动，充分发挥校外教育的促进作用，拓展校外青少年科技教育渠道，鼓励中小学校利用科技馆等各类科技场馆及科普教育基地资源，开展科技学习和实践活动。

中国科学技术馆（以下简称中国科技馆）是我国唯一的国家级综合性科技馆，秉持“体验科学、启迪创新、服务大众、促进和谐”的办馆理念，经过20多年的探索与发展，形成了独特的科普魅力。从科学教育的目的来讲，科技馆是为了向公众普及科学知识，加深他们对科学的理解和感悟，进而培养科学思想、科学方法和科学精神，并提高解决实际问题的能力。从教育形式上讲，科技馆注重互动、体验和探究，倡导自主学习，强调通过科学性、知识性、趣味性相结合的展览内容和互动参与的形式，让公众了解科学原理及技术应用，激发他们探索实践的热情。多年来，中国科技馆一直重视与学校教育的深度融合，使科技馆展览资源与学校科学教育特别是科学课程、综合实践活动、研究性学习活动相结合，促进二者的有效衔接。

2008年，中国科技馆被北京市教委确定为北京市中小学生“首批社会大课堂资源单位”；2014年，北京市教委《关于印发北京市基础教育部分学科教学改进意见的通知》（京教基二〔2014〕22号），明确提出中小学校各学科平均应有不低于10%的课时用于开展校内外综合实践活动课程；2015年，北京市中考物理试卷中有两道试题直接源自中国科技馆“探索与发现A厅”展品。学校教育越来越重视考查学生理论联系实际的能力，这给馆校结合工作创造了良好的契机。

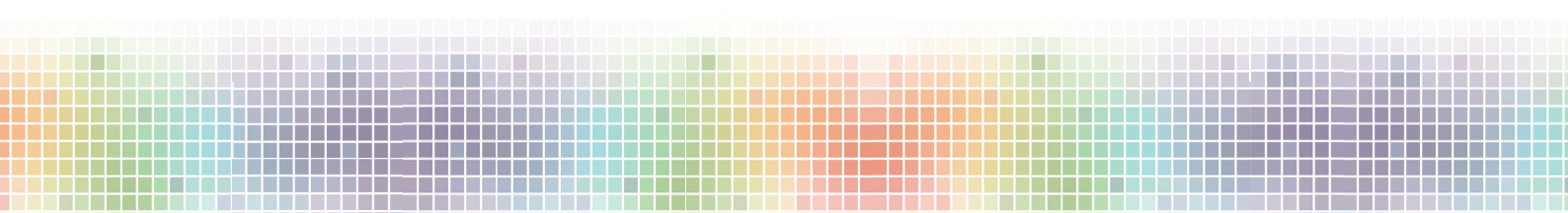
基于此，为搭建好中小学校外科学实践活动的资源载体，进一步提升馆校结合的效果，中国科技馆编写了《体验科学 中国科学技术馆物理实践课》。全书包括47个主题活动，共涉及中国科技馆60余件经典展品，每个主题包括“探索·发现”“资源简介”“观察思考”“分析解释”“做一做”“阅读理解”“学习任务单”六个部分。此外，通过移动终端扫描二维码还可获取更多文字、图片及视频资料。本书内容针对中小學生群体，以中国科技馆的经典展品为切入点，挖掘其中蕴含的科学原理，并紧密结合学校教育，依据学生认知特点和日常生活经验设计科学实践活动，倡导“玩中学”“做中学”以及探究式学习和启发式教学，激发学生的好奇心、想象力和创造力，鼓励学生独立思考和实践，提高中小學生科学素质。

本书是中国科技馆一线科技辅导员和北京中学、北京市三帆中学、北京市第八十中学、北京市西城区教育研修院、北京市昌平区教师进修学校、北京市第十三中学分校、北京教育学院附属丰台实验学校分校等学校教师在多年实践工作基础上的集体智慧结晶，是丰富和推动馆校结合开展科技学习和实践活动的有益尝试。今后，我们还将继续与教育系统亲密合作，在实践中探索，在创新中发展，不断挖掘科技馆的科学教育资源，开创中小学校外科学教育新局面，为提高全民科学素质做出积极贡献。

中国科协书记处书记



2016年4月



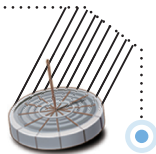


## 目录

1. 明代福船 .....	1
2. 洛阳桥 .....	5
3. 桔槔、石磨、水转连磨、扇车 .....	8
4. 水运仪象台 .....	12
5. 仰仪 .....	15
6. 公道杯 .....	19
7. 古代编钟 .....	22
8. 小孔成像 .....	25
9. 走马灯 .....	29
10. 光路可见吗 .....	33
11. 颜色屋 .....	36
12. 微观粒子结构探索 .....	39
13. 手蓄电池 .....	42
14. 静电滚球、神奇的静电 .....	46
15. 电磁连连看 .....	52
16. 会跳舞的磁液体 .....	59
17. 水中沉浮 .....	62
18. 空中自行车 .....	65
19. 物体上滚 .....	68
20. 球吸现象 .....	71
21. 气流投篮 .....	74
22. 惯性车 .....	77
23. 耳听为实 .....	80
24. 声聚焦 .....	83

25. 传声筒 .....	86
26. 抽油烟机 .....	89
27. 1度电的意义 .....	93
28. 冰箱的保温材料 .....	96
29. 汽车发动机、曲轴 .....	100
30. 刹车距离 .....	103
31. 液压传动 .....	106
32. 不同的工具 .....	109
33. 惊奇传动比 .....	111
34. 算算它们的体积 .....	114
35. 水钟、多壶式滴漏、赤道式日晷 .....	117
36. 太阳能发电 .....	122
37. 风车森林 .....	126
38. 核能 .....	129
39. 其他新能源 .....	132
40. 液氮表演 .....	136
41. 超导磁悬浮列车 .....	140
42. 磁致冷 .....	143
43. 会发电的衣服 .....	145
44. 纳米材料 .....	148
45. 其他新型材料 .....	152
46. 双向记忆合金 .....	155
47. 火箭发射 .....	158
中考中的科技馆问题综合分析 .....	162
2015年北京市中考物理试卷涉及中国科技馆展品的试题 .....	165
2016年北京市中考物理试卷涉及中国科技馆展品的试题 .....	167
2017年北京市中考物理试卷涉及中国科学技术馆展品的试题 .....	169
体验科学区域路线图 .....	174
学习任务单 .....	177

# 1. 明代福船



课程设计：桂诗章 梁学军

## 探索·发现

大家未必听说过“福船”，但一定知道郑和七下西洋，乘风破浪，往来于汹涌深邃的远洋，堪称我国古代科学航海的典范和世界航海史上的壮举；明代抗倭名将戚继光，历时10余年，扫清东南沿海的猖獗倭患；明末民族英雄郑成功，渡海东征，驱除荷兰殖民者，收复宝岛台湾。他们的船队和水师的主要船型正是福船。

作为郑和船队的标准船型、明代水师的主要战船、当时世界上最先进的船舰，福船的构造究竟有哪些精妙之处？

## 资源简介

中国科技馆一层“华夏之光”展厅，有一件叫“明代福船构造”的展品。让我们一起走进“华夏之光”来了解福船吧！

福船与沙船、广船、鸟船并称为“中国古代四大名船”，明代福船是当时世界上最大、最先进的船舶，是中国造船史上的辉煌和骄傲。



明代福船构造展品

福船，因在福建沿海建造而得名，但其称谓最早何时出现，至今不得而知。目前所见最早出现“福船”二字的典籍，是明代王在晋于万历四十一年（1613年）所著的《海防纂要·卷十三》。唐玄宗开元十三年（725年），设福州都督府，开元二十一年（733年），又从福州、建州各取一字，设福建经略使，始有“福建”之称。由此可断定“福船”的称谓应在唐之后。福船是一种尖底海船，以行驶于南洋和远海著称。明代水师以福船为主要战船。福船高大如楼，底尖上阔，首尾高昂，两侧有护板。全船分四层，下层装土石压舱，二层住兵士，三层是主要操作场


所，上层是作战场所，居高临下，弓箭火炮向下发，往往能克敌制胜。福船有坚固的冲击装置，乘风下压能犁沉敌船，多用船力取胜。福船吃水四米，是深海优良战舰。福船甲板平坦，龙骨厚实，已采用水密隔舱的技术。

福船的系泊工具为四爪铁锚，将四爪锚放到海底，处于平卧位置，至少有1~2爪插入泥沙，因而具有很强的抓力。起锚时，把船拉到沉锚的上方，使锚杆处于垂直位置，锚爪向上，易于脱离泥沙、提出水面。

此外，明代福船还采用了平衡纵帆作为推进器。这样做的优点是可以根据风力大小卷放帆面，即使帆面有许多破洞，仍能维持良好的受风效果。它的转向装置则是采用了平衡尾舵，舵悬挂在船尾的位置来控制船行进的方向，遇水深处时下降，水浅处时上升，因地制宜非常便利。

这里展示的是1:5的明代福船的复原模型（原型长约31米，宽约8.5米）。你可以手动操作升帆降帆及尾舵的升降，感受一下它设计的巧妙之处。



 扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

## 观察思考

1. 想想福船诞生于福建有哪些原因？
2. 水密隔舱技术有哪些作用？



## 分析解释

福建地处东南沿海，境内多山；省内城池，皆通潮汐；物产丰富，气候温暖；盛产的杉、松、樟等耐海水木料，具有造船和航运之利。另一方面，福建近邻南北急流的黑水洋（黄海的古称之一），自古常有突发性狂风恶浪，这也迫使闽越先民具备了丰富的航海经验，“长于舟楫，擅于航海。”

水密隔舱是用隔舱板把船舱分为一个个小舱区，凡是有接口的地方都用桐油灰封闭，船体内部空间有多个这样的舱室。可用来放货物，还能提高船的安全性能。这一船舶结构是中国在造船方面的一大发明，也是造船技术的一大突破，在远洋航行中能发挥重大作用。具体作用有以下三方面：

（1）起到加固船体的作用，增加船体构造强度。舱的内壁和船的壳板紧密连在一起，对船体起到了很好的加固作用，从横向上增加了船的强度，而且还取代了“加设肋骨”的方式，使造船的工艺形式更加简化。

（2）水密隔舱是将舱与舱之间严格地分开，在航行的过程中，如果有一两个舱进了水，水也不会流到其他的舱中。从船的整体来看，仍然保持有相当的浮力，不致沉没，从而提高了船舶的抗沉性。

（3）采用水密隔舱将船舱划分成许多舱室，使装卸货物比较容易分类，管理起来也更加方便。不同的货主可以在不同的舱区同时装货和提货，从而提高了装卸的效率。

## 制作小帆船

## 1. 实验材料

矿泉水瓶、竹签、筷子、橡皮泥、纸、剪刀、双面胶。



## 2. 实验步骤

（1）使用剪刀，将纸剪成船帆形状，然后用双面胶将竹签粘在纸上面。



（2）将船帆粘在筷子上面。



（3）剪去矿泉水瓶的一半，制作成船身。



（4）把橡皮泥捏成方块状，然后将做好的桅杆插上去，放入船身中。

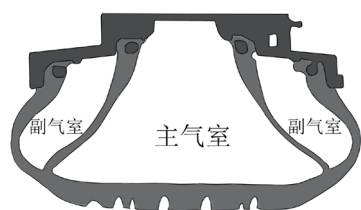


（5）小帆船制作完成，可以扬帆起航啦！

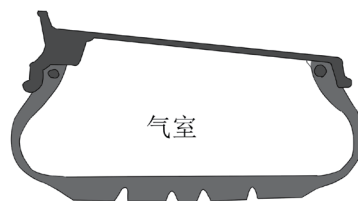


## 多气室轮胎

日本普利司通公司曾经研制出一种新概念轮胎，叫多气室轮胎。它有三个气室，主气室设计在轮胎的中央，副气室设计在轮胎的两侧，每个气室内的压力都是可以单独控制的，这样就可以调节和平衡轮胎的胎面部位，可以调节两个胎侧部位之间的刚性。普通的没有内胎的充气轮胎，靠轮胎与轮辋的密切接触，轮胎和轮辋之间构成一个大的气室，使轮胎内部保持一定的气压。如果多气室的轮胎被扎破导致某个充气室的压力降为零，其他两个充气室仍可以支撑轮胎进行工作，从而保证汽车仍可以继续行驶一段距离，使得汽车驾驶更加安全。



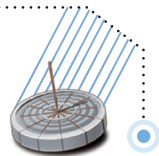
多气室轮胎



普通轮胎



## 2. 洛阳桥



课程设计：曹朋 梁学军

### 探索·发现

福建泉州的洛阳桥是中国古代桥梁建筑史上的杰作，素有“海内第一桥”之称。虽然在建桥过程中还未出现现代桥梁建筑技术和先进工程机械，但是中国古代的造桥工匠依然建造了一座长834米、宽7米的跨海石桥，而且石桥经受了近千年的潮涨潮落，至今依然屹立在洛阳江畔。古人的智慧在建桥过程中进行了怎样的发挥？古代造桥技术与现代造桥技术又有哪

些差别？让我们一同走进中国科技馆一层“华夏之光”展厅，在展品“洛阳桥”处，一探究竟。

### 资源简介

展品“洛阳桥”位于中国科技馆一层“华夏之光”展厅的“古代技术创新”展区。展品还原了洛阳桥的部分实貌，并以图文并茂的方式介绍了洛阳桥的三大创新——筏形基础、种蛎固基法和浮运架梁法。



洛阳桥展品



扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

## 观察思考

1. 洛阳桥的桥基是什么样子的？
2. 桥基和桥墩是如何固定在一起的？
3. 桥面石板是如何架设的？

## 分析解释

**筏形基础：**向桥梁中轴线方向的江底，抛置大量的石块，形成一条像筏子一样的矮石墙，以它作为桥的基础。然后，在上面建设桥墩，由于其底面积大，故可减小基底压强，有效地增强基础的整体性，调整不均匀沉降。

**种蛎固基法：**在桥的下面养殖大量的牡蛎，由于牡蛎繁殖速度快、附着力很强，利用这一特点可以巧妙地将桥基和桥墩牢固地胶粘在一起，形成一个整体。这种方法是世界造桥史上从未有过的，是一种别出心裁的方法，堪称独具匠心。此法充分利用了自然资源，也是世界上第一个把生物学应用于桥梁工程的案例，是中国古代一项重要的科学创新。

**浮运架梁法：**由于当时没有现代的起重设备，所以古人利用海潮涨落的规律来架设桥面，在涨潮时用浮船将大石板运到架设位置，在落潮时大石板自动架设在桥墩上，这种方法充分地显示了古人的聪明才智。

## 做一做

### 搭建“洛阳桥”

#### 1. 材料

木块、AB胶。

#### 2. 做法

(1) 用一块长木块作为桥底下的筏形基础。

(2) 把多个木块切割为船形，用AB胶把船型的木块粘在筏形基础上，形成桥墩。

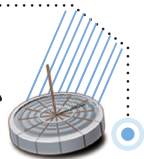
(3) 用一块长木块作为桥面，粘在桥墩上。

## 阅读理解

洛阳桥原名万安桥，位于福建省泉州市东郊的洛阳江上。桥长834米、宽7米，桥墩46座，是我国现存年代最早的跨海梁式大石桥。它与北京的卢沟桥、河北的赵州桥、广东的广济桥并称为我国古代四大名桥。

洛阳桥由北宋泉州太守蔡襄主持修建，自1053年起至1059年，前后历时7年、耗银1400万两才建成。整个造桥工程规模之巨大，结构工艺技术之高超，名震寰宇。当时洛阳江水流湍急，建造桥基根本无法实现，所以造桥工匠创造了“筏形基础”的巧妙方法。这种1000年以前就使用的方法直到现代才被人们所认识，并被认为是一种新型桥基方法。巩固桥基的方法也是别出心裁的，古人创造出了“种蛎固基法”，开创了把生物学应用于桥梁工程的世界先例。另外，架桥的方法也是非常智慧的，由于当时没有现代的起重设备，古人就采用了“浮运架梁法”，利用海潮涨落的水位高低变化，架设起桥面的大石板。它的船形桥墩也非常有特色，十分有利于分水，以减小水对桥墩的冲击。洛阳桥是我国古人在桥梁史上的伟大创举，我国著名的桥梁专家茅以升教授给予了它高度的评价：“洛阳桥是福建桥梁的状元。”

### 3. 桔槔、石磨、水转连磨、扇车



课程设计：桂诗章 梁学军

#### 探索·发现

在历史长河中，古人发明的很多神奇的机械工具，比如桔槔、石磨、水转连磨、扇车等，大大提高了人们劳动、生产及生活的效率和水平。你知道它们是干什么用的吗？它们又是怎么工作的呢？

#### 资源简介

在中国科技馆一层“华夏之光”展厅“古代技术创新”展区，你会见到桔槔、石磨、水转连磨及扇车的实物，可以近距离一睹它们的风采。

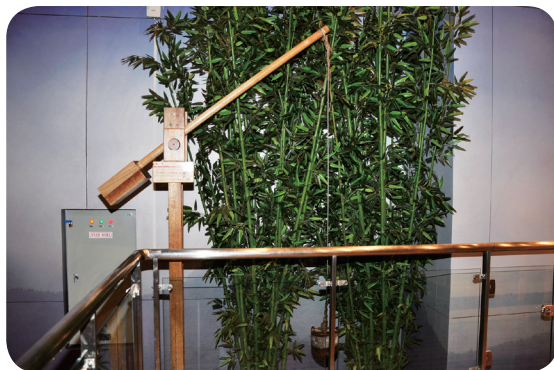
#### 桔槔

桔槔俗称“吊杆”，是一种最原始的井上汲水工具。它的结构就是一个最典型的杠杆，在一根竖立的杆子或架子上面吊一根细长的横杆，中间是支点，在一端悬挂上水桶，在另一端悬挂一个配重物体。

桔槔这种提水工具，有着悠久的历史，早在春秋时期就已相当普遍，在此后又延续了2000多年，是中国古代农村通用的旧式提水器具。这种汲水工具虽然简单，但它非常

巧妙，而且在很大程度上降低了人们的劳动强度。

在中国科技馆大家可以用桔槔上下提升尖底瓶，体验一下它的工作原理。



桔槔

#### 石磨

磨，最初叫“硯”（wèi），相传由鲁班发明，汉代起才叫“磨”。可借助人力、畜力和水力驱动。



石磨



石磨是用于把米、麦、豆等粮食加工成粉、浆的一种机械。石磨分为上扇和下扇，下扇中间装有一个短的立轴，由铁制成，上扇中间有一个相应的空套，两扇相合以后，下扇固定，上扇可以绕轴转动。

### 水转连磨

水转连磨是一种由水驱动并带动几个磨体转动的粮食加工机械。

据《魏书》记载，水转连磨为晋朝杜预所创制。西汉时期，加工粮食的机械水磨已经得到运用，但都是一个水轮带动一磨，水能利用的效率非常低。西晋时期著名的政治家、军事家和学者杜预对其进行了改进。他将原动轮改装成一具大型卧式水轮，在大水轮的长轴上安装3个齿轮，每个齿轮再带动3台石磨，共带动9台水磨运转，这种机械传动装置被称作水转连磨。

水磨按构造可分为立轮磨和卧轮磨。立轮磨适于安装在水的冲动力比较大的地方；卧轮磨适合安装在水的冲动力比较小，但是水量比较大的地方。

水转连磨的制成，大大提高了水能的利用率。水转连磨创制后，迅速得到了推广使用，给当时人们的生活生产带来很大的便利。



水转连磨

### 扇车

扇车又称风车，是汉代发明的清除糠秕的农机具，由车架、外壳、喂料斗及调节门等构成。

传统的扬谷方法是：在有风的时候，将谷粒抛撒向空中，这样，糠秕被风吹走了，而籽粒竖直落在了地上，这样就很好地实现了糠、粒分离。

用簸箕也可实现糠秕与籽粒的分离（簸谷法）：随着手腕有节奏的抖动，轻的糠秕逐渐被簸到簸箕的前部边缘，而重的籽粒留在簸箕的后部。但这些扬谷方法都要靠老天帮忙，有大风的时候才可以采用，速度缓慢而且非常费力。

到西汉时期，出现了专门清除糠秕的旋转式风扇车，大大提高了劳动效率。扇车又称风柜、颍车、扬车、扬扇、扬谷器，工作时手摇风扇，开启调节门，让谷物缓缓落下，谷壳及轻杂物被风力吹出机外。

西方到18世纪初才有了扬谷扇车，比中国晚了1000多年。

你可以来科技馆亲自动手体验一下，了解扇车的工作原理。



扇车



扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

## 观察思考

1. 桔槔另一端为什么要悬挂一个重物？
2. 石磨是如何磨碎谷物的？
3. 扇车是如何分离谷粒和糠秕的？

## 分析解释

放入水中的水桶打满水以后，杠杆另一端的重物受到向下的重力，和人用力的方向是一致的，人提起水来就会轻松一些。由于汲水过程中的用力方向是向下的，人向下用力可以借助自身的重力，因而给人以轻松的感觉，借助机械也就大大减少了人自身消耗的能量。

两扇磨盘相对的一面，留有一个空腔，叫磨膛，膛的外周制成一起一伏的磨齿。上扇有磨眼，磨面的时候，谷物通过磨眼流入磨膛，均匀地分布在四周，被磨成粉末，从夹缝中流出，过罗筛去糠秕等就得到面粉。

在扇车内部装有叶扇，轮轴转动时可产生强大气流。在扇车右部设计了一个特制的圆形风腔，在曲柄摇手周围设计了一个圆形空洞，即进风口，左边有长方形的送风道，在风道上方有一个输送稻谷的漏斗，漏斗中的稻谷通过斗阀穿过风道向下流动，较重的饱满结实的谷粒由于重力作用落入出粮口，较轻的糠秕、杂物则沿风道随风一起被吹出风口。这样就实现了谷、糠的分离。

## 做一做

### 制作桔槔

#### 1. 实验器材

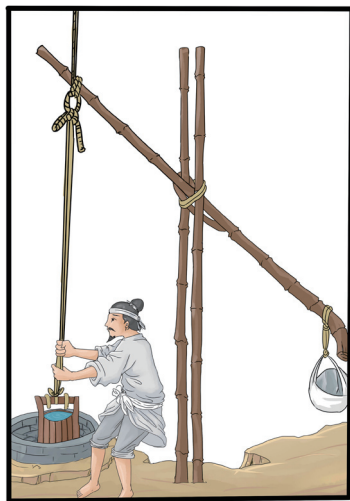
铁架台、小竹竿、小桶、小石块或螺母、水盆、细线等。

#### 2. 实验步骤

(1) 根据下图中桔槔提水图制作一个简易的桔槔。

(2) 根据桶和水重适当选择配重（一个石块，为水与桶重量之和的一半为宜）。

(3) 从水盆中提出一定量的水，体会这种机械的优越性。



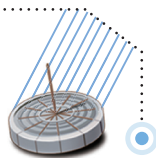
《天工开物》中的桔槔

石磨在我国有着悠久的历史，是我国古代劳动人民智慧的结晶。早期的石磨以注坑磨齿为主，后来很快发展为辐射型的分区平行线型齿槽，最长齿者称为主槽。两盘齿槽相同，因上盘反扣而旋转方向不同。使用过程中，颗粒从内向外输送，而且由粗变细，大型石磨的下盘通常做的微凹一些，形状像一个碟子，且中心部分无加工齿槽而形成磨膛，以向齿槽配送物料。通常石磨下盘静止，上盘转动。

石磨工作时上、下磨盘被物料完全分开，两盘之间不会直接接触。上下沟槽相切可以剪断颗粒，而齿面对物料的碾压是粉碎的主要原因。因而上盘的厚度常常大于下盘，即重量通常大于下盘以产生较大的水平剪切力。

上盘有开口用以添加物料，其下盘开有斜槽，大型石磨从中心的磨膛向外开凿出多个斜槽，使物料进入与之相连的上盘沟槽，旋转之后被输送到下盘的沟槽中。物料运行到输料斜槽尾端以及沟槽交会的地方，由于底盘的阻碍而不能自由地向前滑动，受到上盘的碾压而变形、破碎，同时上盘微小的抬升以翻越阻碍它的物料。随后，物料从斜槽以及上盘的沟槽持续地进入齿面之间，源源不断地被磨碎。需要被磨碎的物料都是湿料，物料磨碎后会不断地流入引流槽中。

## 4. 水运仪象台



课程设计：桂诗章 梁学军

### 探索·发现

水运仪象台是北宋时期制造的大型天文钟。计时报时、天文观测、星象演示等多项功能集于一体；机械工艺、天文历算、建筑工程等多门精湛技艺汇于一器；

“现代天文台活动圆顶雏形”“现代天文跟踪机械转移钟先驱”“欧洲中世纪天文钟直接祖先”，多种称誉集于一身。你不想一睹它的风采？

### 资源简介

中国科技馆一层“华夏之光”展厅古代技术创新展区有一件叫“水运仪象台”的展品。

水运仪象台是一座大型的天文钟，建于北宋元祐年间，距今900多年，台址位于北宋京城汴京（今河南省开封），总高度近12米，台底7米见方，堪称当时世界上最先进、技术综合程度最高的大型机械装置。这里展示的是按《新仪象法要》记载制作的1:2复原模型。这座天文钟的结构分为三层：顶层为浑仪，用于观测星空，上方的屋形面板在观测时可以揭开；中层为

浑象，用于显示星空；底层为动力装置及计时、报时机构，通过齿轮传动系统与浑仪、浑象相连。这座三层结构的天文装置环环相扣，与天体同步运行。

水运仪象台正面的底层，为塔形报时装置。塔的最上层有3个木人，中间绿衣木人每到一刻击鼓一声，右侧红衣木人每到时初摇铃一次，左侧紫衣木人每到时正叩钟一下；最下两层为夜间值更者，举牌显示更点，并敲击金钲告诉人们某个更点已至。整个报时装置巧妙地利用了160多个小木人，钟、鼓、铃、钲四种乐器，不仅可以显示时、刻，还能报昏、旦时刻和夜晚的更点。



水运仪象台




水运仪象台的建造工作由当时的宰相苏颂（1020—1101）领导，由通晓天文和机械技术的官员韩公廉等人负责设计，请了一批能工巧匠施工，于1092年建成。1127年，金兵攻入汴京之后，将它拆解运至燕京（今北京）重新构建，但未能运转。后金都南迁，这座存在了120多年的精美之作最后毁于战火。所幸苏颂编撰了

《新仪象法要》，详细记述了水运仪象台的工作原理、尺寸与构造，但仍存有一些缺漏之处，给后来的研究者留下了很大的挑战。

在这里，你可以通过互动参与和观看多媒体的方式，深入了解水运仪象台的结构原理、功能、作用、历史价值以及中国古人先进准确的计时方法。



 扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

## 观察思考

1. 现代天文台活动圆顶开闭的雏形来自哪里？
2. 浑象是一种什么样的演示仪器？
3. 简要分析水运仪象台的动力系统。

## 分析解释

水运仪象台，在中国天文仪器史上具有非常重要的地位，代表了中国11世纪末天文仪器的最高水平。该仪器在设计中有三项令世界瞩目的发明：

（1）它的屋顶被设计成可以开闭的，现代天文台活动圆顶的雏形就来自于此。

（2）它的浑象一昼夜能自动旋转一周，是现代天文台的跟踪机械——转移钟的前身。

（3）水运仪象台以水为动力，但并非只是简单地用水冲击水轮，而是通过精巧的机械设计，利用流量稳定的水流实现等时的、精度很高的回转运动进行计时。它的报时装置能在一组复杂的齿轮系统的带动下自动报时，报时系统里的锚状擒纵器是后世钟表的关键部件。擒纵机构是一个位于轮列和振荡器（用于调速）之间的机构。英国著名科技史专家李约瑟博士认为水运仪象台“很可能是欧洲中世纪天文钟的直接祖先”。



## 做一做

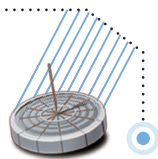
1. 到中国科技馆一层观察钟表的擒纵机构。
2. 到建国门参观北京古观象台。



## 阅读理解

宋代名相苏颂，祖籍厦门同安，他不仅是伟大的政治家、医药学家，还是伟大的科学家。他领导创建的水运仪象台是声贯古今、举世景仰的科技珍宝，是世界的“钟表鼻祖”。英国著名科技史专家李约瑟博士称赞苏颂是中国古代和中世纪伟大的博物学家和科学家。

## 5. 仰仪



课程设计：曹朋 常原

### 探索·发现

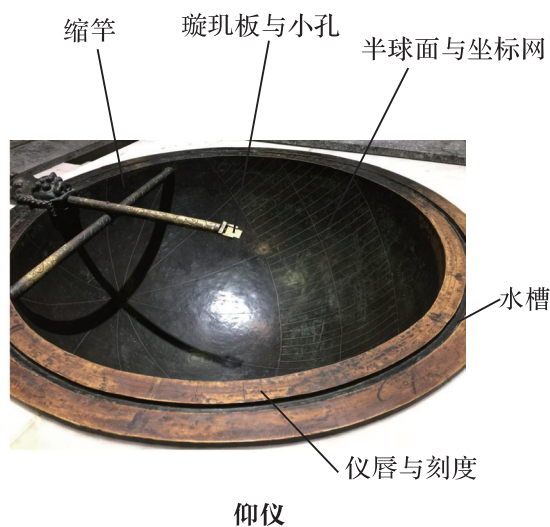
观测星空，离不开精密的测量仪器。我国古代在设计和制造天文测量仪器方面贡献巨大，其理论之先进，仪器之精巧、精密，令人赞叹。那么，我们的古人都设计过哪些仪器，怎样巧妙地观测日月星辰等诸多天象呢？

带着这些问题，一起走进中国科技馆一层“华夏之光”展厅，领略一下中国古人的智慧和科技发明吧。在展厅中，你会看到一口“大锅”被水平放置在一块大石台的中央，锅口朝上，它是做什么的呢？

### 资源简介

展品“仰仪”位于中国科技馆一层“华夏之光”展厅。它是由我国元代天文学家郭守敬（1271—1368）设计制造的一种天文观测仪器，因其形状像一口仰放着的大锅而得名。

仰仪的结构如图所示，主体为直径约3米的铜质半球面，球面上规则地刻画着坐标网，用来测量或标定天体的位置。仪唇（半球面的边缘）上均匀地刻画出24条线，用来测定时辰和天体的方位。仪唇上面还刻有一圈水槽，通过向其中注水来校正锅口水平。在锅口上沿的正南方安装着两根交叉的刻有精美花纹的铜竿，分别沿正南北、正东西方向放置，古人称之为缩竿。其中指向南北方向的缩竿一直延伸到锅口中心，它的北端装有一块中心开有小孔、可以旋转的小方板，称为璇玑板，小孔正好对准半球的中心。



仰仪



扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

### 观察思考

1. 请走到仰仪旁边，仔细观察仰仪，你会发现它的坐标网与天球坐标网东西相反，并且以南极替代北极，为什么要这样设计？
2. 为什么璇玑板中央小孔要安装在缩竿的北端？
3. 古代天文学家是怎样使用仰仪来确定太阳的位置的？

### 分析解释

课堂上我们做过小孔成像实验，知道从物体发出的光通过小孔时，在光屏上形成的像是上下、左右颠倒的。之所以有这样的现象，是光沿直线传播的缘故。

仰仪所运用的光学原理就是小孔成像。当太阳光照射到仰仪上时，转动安装在缩竿北端的璇玑板，使中心小孔对向太阳，一部分阳光会通过小孔在铜质半球面上形成一个明亮的圆点（亮点），这个亮点就是太阳的像。例如，太阳从东南方向

射过来的光穿过小孔，形成的太阳的像将落在半球面的西北方位上。如何从像的位置确定太阳的位置呢？仅需重新规定仰仪半球面坐标网的方位即可。因此，不难明白，为什么仰仪半球面的坐标网与天球坐标网，东西反向，并且以南极替代北极了。

仰仪是一种采用直接投影法的天文观测仪器，它具有直观、方便的特点。例如，观测日食时仰仪内部球面上所成的像，同每一个时刻、日食的方位角、食分多少和日面亏损的位置、大小直接对应，它甚至还能观测月球的位置和月食情况呢！因此，仰仪被称为“日食观测工具的鼻祖”，是古代观测天象的重要仪器。

仰仪流传到朝鲜和日本后，取消了璇玑板，改成尖顶的晷针，成为日晷，被称为仰釜日晷。



仰仪小孔形成的太阳的像

## 做一做

在中国科技馆，仰仪上方接近天花板的位置，安装了一排仿照太阳的射灯，观察射灯的方位，旋转璇玑板，使小孔正对光线，看看是否能在半球表面成像，并试着读出像的坐标值。

## 阅读理解

### 圭表——影的利用

中国古代在光学领域有很多成就。战国初期的墨翟、东汉王充、宋代沈括、元代赵友钦等都在光学领域做出过重要贡献。阳燧（suì，古代利用日光取火的凹面铜镜）、平面镜、球面镜的制造，关于对影的形成、小孔成像的解释，均远早于世界其他国家。

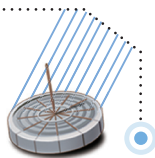
太阳东升西落，物体影子的长短和方向都在随太阳位置的变化而变化。古代人立木竿或石柱于地面，以其影的长短来测定时间和方向，这种仪器称为“表”，古籍上记为竿、垫、桌、牌等，这是人类最早用来测定时间的仪器。

例如，古人用一把尺子测量立竿在太阳下投射出的影长，来确定时辰。经过长时间的实践人们认识到，表影的长度不仅与太阳光源的位置有关，还与表的倾斜度有关，如果表立的倾斜度不正确，时辰的测定结果也是不对的。到了春秋时期，人们发现，正午时的影总是投向正北方的，于是就把石板制成的“尺子”平铺在地面上，与所立的表垂直，“尺子”的一端连着表基，另一端伸向正北方向，这把用石板制成的“尺子”就叫“圭”（guī）。在正午时，表影投射在石板上，因为石板带有刻度，人们就能准确地读出影长了。这样的表称为“圭表”，是世界上最早的计时器。

经过长期的观测，中国古人不仅知道一天中表影在正午时最短，而且还知道一年内夏至日的正午，太阳正当头，表影最短；冬至日的正午，太阳斜射，表影最长。于是，人们就以连续两次夏至日或冬至日即正午时连续两次表影最短或最长的相隔天数来确定一年的长度。例如，连续两次测得表影的最长值，这两次最长值之间相隔的天数，就是一年的时间长度。难怪我国古人早就知道一年约有365天了。

自春秋时期，古人还根据不同时间正午的表影长度，总结出了一年内节气的变化规律，用来确定四季，编制历法，为生产和生活服务。1280年，郭守敬编订了《授时历》，他通过几年上百次的测定与计算，最终采用365.2425日作为一个回归年的长度。这个数值与现今世界上通用的公历值相同，而在700多年前，郭守敬已经能够测算得如此精准，不得不说这一科技成就确实令人敬佩！

## 6. 公道杯



课程设计：王洪鹏 顾亚华

### 探索·发现

往一个底部有孔的杯子里倒水，水会流出来吗？

如果你有机会去中国科技馆一层“华夏之光”展厅的中国古代的科学探索展区，可以去看看“公道杯”展品，会有意想不到的收获。



扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

### 资源简介

#### 公道杯实验简介

##### 1. 实验器材

公道杯，自来水。

##### 2. 实验步骤

将水缓慢倒入杯中，注意观察现象。

##### 3. 实验现象

当公道杯装入水量较少时，水不会流出来。

而当装入水量较多时，水会从杯底全部流出。



公道杯

### 观察思考

1. 注意观察公道杯的结构。
2. 公道杯里面的水装到什么位置，水开始流出？什么时候水不流出？
3. 试着用学过的知识解释一下公道杯的原理。





## 分析解释

这种现象的产生跟公道杯的结构有关。公道杯的中间立着一位老寿星，它实际上是由两个圆柱体构成的，外面圆柱体与杯衔接处有一暗孔，整个杯子构成一个虹吸管，当杯中的水超过某一个位置，水就会从小孔中流出。根据虹吸原理，水会一直流下去，直到杯中水流尽为止。

使用公道杯盛酒时，酒量只能浅平，不可过满，否则杯中之酒便会全部漏掉，一滴不剩。因此，这神奇的酒杯对贪杯者是个警策，对斟酒者是否公道也是个检验。这也就是公道杯得名的原因。

## 做一做

### 1. 实验器材

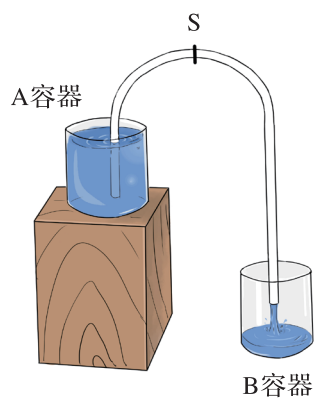
两个容器，一根橡皮管。

### 2. 实验步骤

将A容器盛适量水后置于较高的位置，空的B容器置于较低的位置。将橡皮管装满水后用手按住两端管口。将管子一端插入A容器水面下，另一端放入B容器中。

### 3. 实验现象

松开按住管口的手指后，你会看见水从A容器中经过管子流入B容器中。





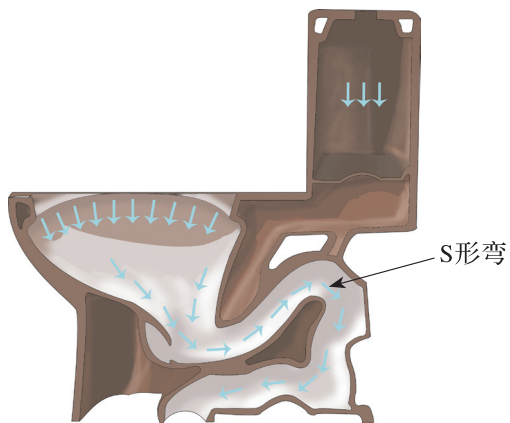
## 阅读理解

虹吸现象是由大气压和液体压强共同作用而产生的。在图中橡皮管的最高点取一个竖直的液片S。它受到向右的压强 $P_1=P_0-\rho gh_1$ ，液片受到向左的压强 $P_2=P_0-\rho gh_2$ 。其中 $P_0$ 为外界大气压， $\rho$ 为橡皮管中液体密度， $h_1$ 、 $h_2$ 分别为液片S距A、B容器中液面的高度。显然， $h_1 < h_2$ ，所以 $P_1 > P_2$ ，液片S会向右移动。虹吸现象实现了水经过管子先由低处向高处流，再流向低处。

其实，勤劳智慧的中国人很早就懂得了应用虹吸原理。应用虹吸原理制造的虹吸管，在中国古代称“注子”“偏提”“渴乌”或“过山龙”。东汉末年出现了灌溉用的渴乌。西南地区的少数民族用一根去节弯曲的长竹管饮酒，也是应用了虹吸原理。宋代曾公亮指出，“用竹筒制作虹吸管可把峻岭阻隔的泉水引下山”。我国古代人还应用虹吸原理制作了唧筒。唧筒是战争中一种守城必备的灭火器。

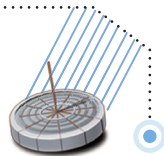
水利建设者运用虹吸原理排出河水、湖水等，减少了机械设备的使用量与电能的消耗，有效解决了很多问题。楼顶、屋面的排水系统和大型体育场馆设施的排水系统也大多是应用虹吸原理设计施工的。

抽水马桶应用的也是虹吸原理。如右图所示，抽水马桶的“抽水”是指下面的S形弯。排污时，马桶内的水面超过S弯的高点，形成的虹吸现象能够把马桶里的水和污物一同抽走。一直到只剩下少量水时，虹吸条件被破坏，留下少量的水，形成了水封，清洁又方便使用。



我们通过对公道杯的赏玩，可以更深刻理解其蕴含着的深厚哲理。公道杯就是告诫世人，“知足者酒存，贪心者酒尽”，即所谓“满招损，谦受益”，“过犹不及”。所以我们在生活中必须讲究公道，平和适度，不可贪得无厌。道理虽然简单，但能真正领会其意且做到，却不容易。在大讲社会和谐的今天，多想一想公道杯的道理，并付之于实践之中，是很有益处的。

## 7. 古代编钟



课程设计：曹朋 孔德英

### 探索·发现

现代词汇中对“钟”的理解，大多指报时工具，而在中国古代，最早的钟是作为一种乐器出现的，而且它的形制、用途等各方面都与今天的钟大不相同。古代的钟不仅是一种乐器，更是象征地位和权力的礼器。走进中国科技馆的“华夏之光”展厅，你可以看到一组曾侯乙编钟的部分复原模型。它是如何发音的？与现在的钟有什么区别？能否用它奏出现代音乐呢？

呈合瓦形，敲击编钟的正面与侧面，能发出两种不同的音调。



曾侯乙编钟

### 资源简介

中国科技馆的展品“曾侯乙编钟”位于一层的“华夏之光”展厅，用青铜铸成，由大小不同的17个钟按照音调高低的次序排列起来，悬挂在一个钟架上。编钟



扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

### 观察思考

1. 中国科技馆中的曾侯乙编钟为什么是合瓦形，而不是圆形？
2. 敲击钟的正面和侧面，为什么会发出两种不同的音调？
3. 编钟上的每一个钟为何大小不同？
4. 试一试，能不能按照展台上提供的乐谱奏出乐音？

## 分析解释

编钟的钟体呈合瓦形，由两段圆弧组成，这种特有的结构使其可以产生两种不同的基频振动模式。因此，分别敲击钟的中间和侧面可以发出两种不同的音调。

编钟作为乐器存在的原因，可以通过敲击展品前方的圆钟和扁钟探知。通过敲击，你会发现使用圆钟演奏时，如遇到节拍急促的地方，余音会互相干扰，使人分不清音调的高低。这是因为声音是由于物体的振动而产生的。钟被敲击时，除了钟整体振动产生基音外，其各部分分片振

动还会发出泛音。圆钟各部分比例相等，产生的泛音不分主次地混在一起，使人听不清音高，而扁钟两面为弧形，敲击两边的锐角发出的泛音比较响亮，锐角处发出的音较为短促，这样听起来扁钟的余音不长，且有较明确的音高，因此适合于音乐的演奏。我国商、周时期的乐钟即呈扁形，由此也可以看出春秋战国时期音乐文化的发展水平。

编钟的钟体小，音调高，音量小；钟体大，音调低，音量大。

## 做一做

### 水瓶琴

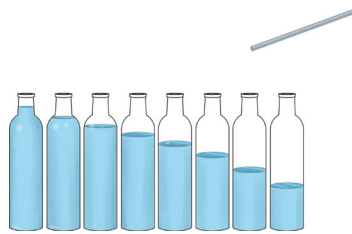
#### 1. 实验器材

8个相同的玻璃瓶、一根小圆木棍。

#### 2. 实验步骤

(1) 在8个相同的玻璃瓶中分别注入不同体积的水，如图所示。

(2) 用小圆木棍依次敲击玻璃瓶，注意聆听每个玻璃瓶被敲击时所发出声音的音调的高低。



水瓶琴

#### 3. 实验现象

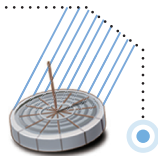
当用小圆木棍依次敲击玻璃瓶时，每个玻璃瓶发出的声音的音调，高低不同。

编钟最早出现在商代，兴起于西周，盛于春秋战国直至秦汉。商代编钟的钟柄为空心，连通内腔，多为三枚一组，可以演奏旋律。西周中晚期，编钟能发出两个音级，多为八枚一组，常在宫廷宴会中使用，因此，那时的礼乐被称为“钟鼓之乐”。春秋中晚期，编钟为九枚一组或十三枚一组。

1978年，战国时期的曾侯乙墓编钟（约前433年）在湖北随州出土，这是我国目前发现的保存最完整、数量最多、音律最全的一套。曾侯乙墓编钟包含19个钮钟、45个甬钟和1件大镈钟，共计65件。整套编钟工艺精美，音域可以达到五个八度，使用丁字形木槌击打，能演奏现代音乐。可见，当时我国的音乐文化和铸造技术已达到相当高的水平，比欧洲十二平均律的键盘乐器早出现近2000年。

秦汉以后，编钟多为圆形，每钟只能发出一个乐音。隋唐时期，编钟在雅乐、隋朝九部乐以及唐朝的清乐和西凉乐中均有使用。宋代以后，编钟铸造技术渐渐失传，钟乐也逐渐被淘汰。清朝宫廷中所用编钟，形制及音律已与传统编钟相去甚远。

## 8. 小孔成像



课程设计：王洪鹏 杨君君

### 探索·发现

光线照射在物体上，如果物体是不透明的，就会产生影子。有了光与影，诗仙李白才能“触影生情”写出“举杯邀明月，对影成三人”“床前明月光，疑是地上霜”的壮美诗篇；才会有与光影相关的成语“形影不离”“如影相随”。

小孔成像是大家熟知的现象。我们经常在树荫下看到一个个小光斑，当日偏食出现的时候，圆形的光斑就变成了一个个“小月牙”，这些光斑的形状并不是树叶间缝隙的形状，而是太阳的像。

中国古代科学家对小孔成像现象进行过比较深入的研究。最早涉及该研究的是“科圣”墨子（前478—前392）。早在战国时代，墨子进行了世界上最早的小孔成像的实验，提出了小孔成像的光学原理，并给予了准确的解释。《墨经》中这样记录了小孔成像：

景到，在午有端，与景长。说在端。

景。光之人，煦若射，下者之人也高；高者之人也下。足蔽下光，故成景于上；首蔽上光，故成景于下。在远近有端，与于光，故景库内也。

这里的“到”是倒立的意思。“午”指两束光线正中交叉。“与”指针孔的位置与投影大小的关系。“端”在古汉语中有“终极”“微点”的意思。“在午有端”指光线的交叉点，即针孔。物体的投影之所以会出现倒像，是因为光沿直线传播，在针孔的地方，不同方向射来的光束互相交叉而形成倒影。

“光之人，煦若射”是一句很形象的比喻，“煦”即照射，指照射在人身上的光线，就像射箭一样。“下者之人也高；高者之人也下”指照射在人上部的光线，则成像于下部；而照射在人下部的光线，则成像于上部。于是，直立的人通过针孔成像，投影便成为倒立的。“库”指暗盒内部。“远近有端，与于光”，指出影像的大小与实物距针孔远近的关系。像距不变，物距越远，像越小；物距越近，像越大。

摄影术的发展首先是从照相机的发明开始的，而照相机的发明又与人类对小孔成像的研究密不可分。因为物体经小孔成的像，不仅可以用像屏来承接，还可使照相底片感光，早期人们利用此原理制成了针孔照相机。

## 资源简介

### 1. 装置简介

“小孔成像”这件展品位于中国科技馆一层“华夏之光”展厅。在这件展品左侧的毛玻璃上可以看到人物的像。

### 2. 操作说明

让灯光照亮人物，左侧观察成像效果。

### 3. 现象

左侧的毛玻璃上可以看到人物倒立的像。



小孔成像



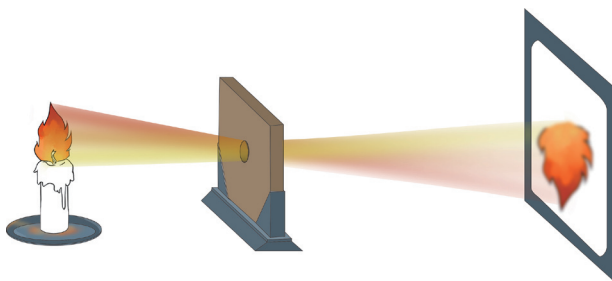
扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

## 观察思考

1. 所成的像为什么是倒立的？
2. 像的大小和什么因素有关？
3. 像的清晰程度和什么因素有关？

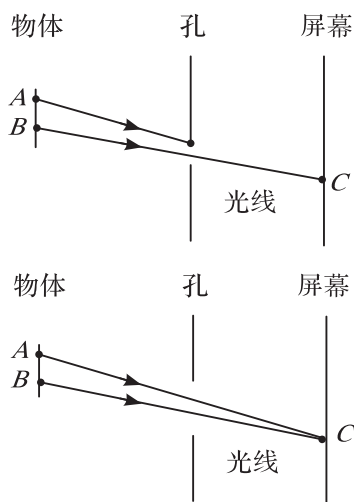
## 分析解释

为了说明这些问题，我们把蜡烛的火焰看成是由许多小发光点组成的，每个发光点都向四面八方发射着光。总会有一小束光，笔直地穿过小孔，在白纸上形成一个小光斑。烛焰上的每一个发光点都会在白纸上形成一个对应的光斑，全部光斑在白纸上组成了一个烛焰的像。



从图中可以看出，烛焰上部发出的光沿直线通过小孔，照在白纸的下部；烛焰下部发出的光，通过小孔，照在白纸的上部，所以在白纸上形成一个倒立的像。这也说明了光是沿直线传播的。





当孔比较小的时候，物的不同部分发出的光线会到达屏幕的不同部位，而不会在屏幕上相互重叠，所以屏幕上的像就会比较清晰。如图所示，由于孔比较小，物的A处发出的光线就不会到达屏幕的C处，只有物的B处发出的光线才会到达屏幕的C处，屏幕上的C处的光线只来自物的B处，所以C处的像就会比较清晰。

当孔比较大的时候，物的不同部分发出的光线会在屏幕上重叠，屏幕上的像自然也就不清晰了。如果孔相当大，那么物的A处发出的光线会到达屏幕的C处，而且B处的光线也会到达屏幕的C处，这样光线就会发生重叠，光信息就会发生混乱，也就无法成像了。所以我们在面对物的一张白纸上看不到像，不是因为白纸上没有来自物的光线，而是因为来自物的不同部分的光线在白纸上重叠了。

当然，孔的大小是相对于物的大小来说的，如物很大，较大的孔也可以成像。如果我们要成太阳的像，那么就可以用足球场那么大的孔来成像。只是孔越小，成的像的分辨率越高。不过，如果孔太小，通过的光线就会少，像的亮度也就低了。而且孔太小还会发生衍射，这也会影响成像。

所以，比孔小的物体或物体上比孔小的部分是无法被成像的。如果我们用足球场那么大的孔对太阳成像，那么太阳上比足球场小的结构是不会被成像的。

## 做一做

放好蜡烛、小孔屏和毛玻璃屏。点燃蜡烛，调整蜡烛和屏的高度，使蜡烛的火焰、小孔和毛玻璃屏的中心大致在一条直线上。蜡烛和小孔屏的距离不宜过大。调整后，可以在毛玻璃屏上看到蜡烛火焰倒立的实像。

在一定范围内移动蜡烛或毛玻璃屏的位置，可以看到，蜡烛距小孔越近或毛玻璃屏距小孔越远，得到的像越大。

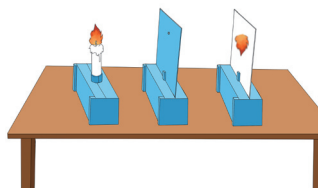
### 注意事项：

(1) 配合演示要画出小孔成像的光路图，运用光的直线传播定律说明小孔成倒立实像以及物点和像点一一对应的关系。

(2) 孔的大小、物与小孔的距离配合要适当，以保证所成实像既清晰又有一定的亮度。一般来说，孔径越小，像越清晰，像的亮度越差；孔径越大，物与小孔屏的距离应越大。

(3) 毛玻璃屏的毛面应对着小孔，观察者既可从屏的毛面通过光的漫反射看到实像，也可从毛玻璃屏透射的光看到实像。

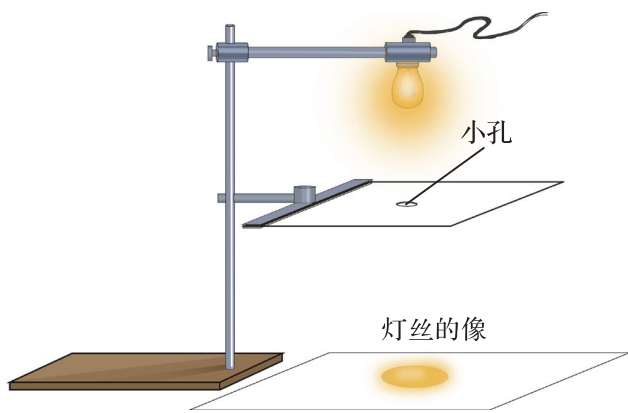
(4) 本实验应在暗室中进行。



## 正确理解生活中的小孔成像现象

北京电视台科教频道《魅力科学》栏目曾经播出一期节目——《老屋怪影》。节目内容梗概是，永城市薛湖镇有一间百年老屋，50多年前屋主人一觉醒来，突然发现屋内墙壁上有人影来回走动。50多年过去了，神秘的影子还是经常出现。老屋惊现鬼影的事也被传得沸沸扬扬。无独有偶，屋主人家的喜事接二连三，各种猜测纷至沓来，有的甚至认为是神秘的影子在暗中保佑。十里八村前来观看老屋怪影的人络绎不绝，严重影响了这家人的正常生活。

其实，出现这种现象并不神秘。根据小孔成像的原理，这间老屋之所以能够成像，是因为屋子里的两个通风口线度开得恰到好处，在与周围光线达到合适角度的条件下，远处景象的倒影就会呈现在老屋墙壁上。因此其他人家的房子虽然也有两个通风口，却无法形成如此神奇的现象。



小孔成像实验，我们在家里就可以做，而且材料也非常简单。首先，我们可以在桌面上放一张白纸作屏，把一张中心戳有小孔的硬纸片放在白炽灯和光屏之间，并固定在支架上。然后合上电灯开关，即可在光屏上看到灯丝的像，且像的开口处与灯丝的开口处方向相反，说明像是倒立的。若向上或向下移动小孔的位置，像的大小也随之发生变化。