



中小学生趣味阅读

# 物理故事与趣味

冯志远 主编

辽海出版社



责任编辑：于文海 柳海松 孙德军

图书在版编目（CIP）数据

中小學生趣味阅读/冯志远主编. —沈阳：  
辽海出版社，2009. 11

ISBN 978-7-5451-0769-2

I. 中… II. 冯… III. 课程—中小学—课外读物  
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 203373 号

## 中小學生趣味阅读

主编：冯志远

物理故事与趣味

---

出 版：辽海出版社	地 址：沈阳市和平区十一纬路25号
印 刷：北京市后沙峪印刷厂	装 帧：宋双成
开 本：850×1168mm 1/32	印 张：65 字数：1165千字
版 次：2010年1月第1版	印 次：2010年1月第1次印刷
书 号：ISBN 978-7-5451-0769-2	定 价：298.00元（全10册）

---

如发现印装质量问题，影响阅读，请与印刷厂联系调换。



# 前言

中小學生是未来的主人，未來社會需要各式各樣的人才，這就需要我們根據自己的愛好和專長培養學習的興趣，努力使自己成為某一方面的專業人才，以適應飛速發展的社會需要。

個人興趣是个体以特定的事物、活動及人為對象所產生的積極的和帶有傾向性、選擇性的態度和情緒。它是一種無形的動力，當我們對某件事情或某項活動產生興趣時，就會很投入，而且印象深刻。興趣對一個人的個性形成和發展、對一個人的生活和活動有巨大的影響，這種影響可以使人集中精力去獲得知識，並創造性地完成自己追逐的夢想。

美國著名華人學者丁肇中教授曾經深有感触地說：“任何科學研究，最重要的是要看對自己所從事的工作有沒有興趣，換句話說，也就是有沒有事業心，這不能有任何強迫。”就中學生來說，對一門課程感興趣，會促使他刻苦鑽研，並且進行創造性的思維，這不僅會使他的學習成績大大提高，而





且会大大地改善学习方法，提高学习效率。

也就是说，人的兴趣不仅会在学习、活动中发生和发展起来，而且还会在认识和从事活动中产生巨大的动力，它可以使人智力得到开放，知识得以丰富，眼界得到开阔，并会使人善于适应环境，对生活充满热情。

培养中小学生学习兴趣的方法有很多，自然界的万物，他们的运动和变化，人的思想，以及人所创造的一切——都是兴趣取之不尽的源泉。只要你走近去看，在你面前就会展示出一幅美丽的大自然的秘密图画，这就需要我们不停地去攀登和挖掘。

为了引导中小学生学习培养对各门学科的兴趣，我们特地选编了这套“中小学生学习趣味阅读”丛书，包括《语文故事与趣味》《作文故事与趣味》《数学故事与趣味》《物理故事与趣味》《化学故事与趣味》《地理故事与趣味》《生物故事与趣味》《历史故事与趣味》《政治故事与趣味》《艺术故事与趣味》十册。这套丛书从不同的学科、不同的角度介绍了培养兴趣的重要性和培养这些兴趣的方式方法，并详细讲解了各个学科的名人成才故事，涉及到少年儿童必须知道的许多知识领域，具有很强的系统性、实用性和现代性，是一套小小的百科全书，非常适合少年儿童阅读和收藏。





# 目 录

爱因斯坦发明相对论 .....	(1)
牛顿推出万有引力定律 .....	(4)
伽利略提出自由落体定律 .....	(9)
瓦特发明蒸汽机 .....	(13)
帕斯卡发明压强定律 .....	(18)
镭的发现者居里夫人 .....	(21)
发明电报的莫尔斯 .....	(26)
富兰克林解开雷电之谜 .....	(30)
电话的发明者贝尔 .....	(35)
卡文迪许证明生物电 .....	(38)
阿基米德由洗澡得出浮力定律 .....	(41)
发现 X 射线的伦琴 .....	(44)
发明中子的费米 .....	(47)
9 岁上小学的钱伟长 .....	(50)
4 岁才会说话的伏特 .....	(52)
做学徒的电学家法拉第 .....	(55)
不要忘记居里温度 .....	(59)
电视机里的“重影” .....	(60)
微波“导演” .....	(61)



机器人的感觉 .....	(62)
富兰克林的发现 .....	(67)
神秘的“魔力” .....	(70)
马可尼的伟大发明 .....	(72)
云雾与诺贝尔奖 .....	(74)
会跳的木塞 .....	(75)
夫琅和费线之谜 .....	(76)
追赶时空的距离——“哈勃” .....	(77)
高空中的意外发现 .....	(82)
幽灵粒子 .....	(84)
引力波的最早检验 .....	(88)
计算机参与战争 .....	(90)
电磁波与军用航天器 .....	(93)
法拉第的发明 .....	(99)
麦克斯韦的发现 .....	(101)
赫兹的试验 .....	(103)
轮船的“刹车” .....	(106)
太空饮食店 .....	(107)
石块投水之后 .....	(108)
水枪与水炮 .....	(109)
船吸现象 .....	(110)
龙井茶叶，虎跑水 .....	(112)
裂缝里的学问 .....	(113)
倒立的人 .....	(114)



真假子弹 .....	(115)
高高的自来水塔 .....	(117)
头顶飞坛 .....	(118)
泥地难骑车 .....	(119)
青鱼哪去了 .....	(120)
膨胀的饺子 .....	(122)
转个不停的溜溜球 .....	(123)
猫的惊人本领 .....	(124)
不沉的滑水运动员 .....	(126)
飞上蓝天的风筝 .....	(127)
无需方向盘的火车 .....	(128)
荷叶上滚动的水珠 .....	(130)
静电杀手 .....	(132)
纵火犯是谁 .....	(133)
鱼群回游 .....	(134)
交流电大战直流电 .....	(135)
神秘的太空电波 .....	(137)
拖“辫子”的电动机 .....	(138)
地磁风暴 .....	(140)
磁性武器 .....	(141)
人工鼻子 .....	(142)
21 世纪的磁悬浮列车 .....	(143)
绿色汽车 .....	(146)
伸向空中的“触须” .....	(148)





人体电波 .....	(149)
全新概念的“手表” .....	(150)
功能不凡的小卡片——IC 卡 .....	(153)
与你同心——心脏起搏器 .....	(157)
早期的静电研究 .....	(159)
能装电的瓶子 .....	(165)
深海报警 .....	(167)







## 爱因斯坦发明相对论

阿尔伯特·爱因斯坦（~~1879年~~ 1879年），犹太人，出生在德国。他是 19 世纪最伟大的物理学家。~~1895年~~ 1895年，爱因斯坦考入瑞士的苏黎士联邦大学，并从此开始了终其一生的物理学研究。他获得了多方面开拓性的研究成果，并获得诺贝尔物理学奖。爱因斯坦在物理学的量子论、宇宙学、相对论三个不同领域取得了历史性成就。特别是他相对论中的狭义相对论更是具有伟大的科学意义。

在爱因斯坦不足 17 岁的时候，有一次乘坐马车，当他看到马车在地面上经过时，忽然产生了一个奇怪的念头：如果有人以光速和光线一齐前进，那么，是不是将看到光线乃是静止在空间中的电磁波呢？

就像我们坐在一辆匀速行驶的汽车上，观察与我们以同样的速度、同样的方向，一块儿前进的另一辆汽车一样，感觉那辆汽车似乎是不动的。

可是，爱因斯坦却凭着推理和想像，认为那是不可能的。

火车上的乘客，相对于火车没有运动，相对于地面却以每秒几十米的速度飞驰而过。火车相对于





地面运动、地球相对于太阳运动，这些都是相对运动。但是，如果按此继续推导下去，太阳相对于银河系中心运动，那银河系又相对于什么运动呢？

根据经典物理学的解释，除去相对运动外，还有绝对运动，即相对于绝对空间的运动。牛顿把它解释为：“是和外界任何事物无关，而永远是相同的和不动的。”

既然绝对空间和外界毫无关系，那它又是如何存在和被人所了解的呢？

对于这个问题，爱因斯坦决定从“以太之谜”入手进行研究。

“以太”这个词，是古希腊人的创造。他们认为空气中充满着以太这种物质，它是肉眼看不见的，但无处不在。

牛顿借用以太一词，把它作为万有引力的传播媒介。

但光的“波动说”却认为以太是光波的传播媒介，就像空气是声波的媒介一样。

“波动说”还认为，以太无所不在，不但充满宇宙空间，而且渗透于气体、水和一切物体之中。它没有一点摩擦阻力，不影响一切物体的运动。

19世纪末，以太又被人们说成是电磁场的承担者和电磁波的传播者。还有人干脆把这样看不见摸





不着、说不清道不明的以太，说成是牛顿的绝对空间！

这种说法可靠吗？“难道光只有借助传播媒介才能传播吗？而这种传播媒介又只能是以太吗？”

“既然没有任何东西，能够证明绝对空间和绝对时间的存在，那么，它们就是不存在的。”

在狭义相对论中，爱因斯坦提出了两个基本原理：

一、光的速度是不变的。

二、当物体运动的速度接近或达到光速时，相对该物体来说，时间将减慢。即所谓狭义相对论原理。

爱因斯坦又根据狭义相对论原理，推导出了物体的质量也与运动密切相关，运动速度增加，质量也随之增加，并得出了质能关系式： $E=mc^2$ ，即物体转化为能量时，能量的总值相当于它的质量与光速的平方的乘积，从而揭示了原子内部蕴藏着巨大能量的秘密！

对于相对论原理，爱因斯坦自己曾经做过简明扼要的说明：

“要点是这样的：早先人们认为，假如由于某种奇迹，一切有形体的事物突然一下子消失了，那么空间和时间仍会留下来。照相对论来说，空间和





时间是和一切事物一起消失的。”

时间、长度和质量是力学研究中的三个基本量。在牛顿的力学中，它们是绝对的、不变的。但在相对论中，它们却又变成了和测量者所在的坐标系有关的量。

此外，在牛顿的力学中，质量和能量二者分明，互不相关，各自守恒。而在相对论中，牛顿的守恒定律就变成了质能守恒定律，即  $E=mc^2$ 。

于是，空间和时间统一起来了，物质和运动统一起来了，质量和能量统一起来了。

这是一场真正的物理科学的革命！

## 牛顿推出万有引力定律

伊萨克·牛顿（~~1643-1727~~）生于英国。他早年生活很不幸，从小在艰难困苦的条件下长大。他从英国剑桥大学毕业后，就积极投身于科学事业，作出了许多伟大的贡献。在帮助人们认识客观世界方面，他无愧为一位伟大的科学导师。他创立了微积分，发现了光色的秘密，总结出了机械运动的三大定律。特别是发现了著名的万有引力定律，掀起了世界科学的革命。

牛顿从小对茫茫宇宙就非常感兴趣，他在研究





天体运动时，一直都在苦苦思索着，要找到使太阳系所有行星都围绕太阳旋转的神秘力量。有一天，一件突然发生的小事，促使牛顿找到了问题的答案。

那是 1666 年秋季的一天，天气格外晴朗。牛顿和往常一样，早早地就来到沃斯索斯普村庄园的小花园里，一边晒着暖和的太阳，一边思索着天体运动法则的问题。他身后是一棵很大的苹果树，上面结满了红彤彤的大苹果，微风一吹，一阵阵沁人心脾的清香扑面而来，十分诱人。可是，牛顿对眼前的美景无动于衷，他没有去摘垂在眼前的大苹果，陷入了深深的思考之中……

“月球是人类最为熟悉，也是离我们最近的一个星球。如果天体运动的法则对任何星球都适用的话，只需弄明白地球和月球的运行关系，不就都明白了吗？可是，这个关系又是怎样的呢？”

牛顿一面专心致志思考问题，一面晒着暖洋洋的太阳，不知不觉地打起盹来。忽然一阵风吹过，一个大苹果掉了下来，不偏不倚，恰好砸在牛顿的头上。

“啊！谁在打我？”牛顿从睡梦中惊醒，吓了一跳。他环顾四周，以为谁在打他，可是四周静悄悄的，一个人影也没有，只有果树的叶子在慢慢地晃





着。于是牛顿没作理会，又低头思考起来。

“咦，一只大苹果。”

牛顿拾起脚边的一只大红苹果看了一会儿，又向上看着满树的苹果。“哦，原来是你们在捣蛋！”  
牛顿笑呵呵的对着苹果树说。

突然，牛顿像是想起来什么似的，愣愣地注视着手里的这个“天外来客”，若有所悟，并自言自语道：

“为什么苹果不往天上掉，不向前后左右掉，而偏偏落在树的正下方呢？”

这个时候，牛顿的妹妹哈娜走过来，看到他手里的大苹果，便说：

“哥哥真馋，竟偷吃苹果！”

牛顿根本不理睬哈娜的话，又继续说着：

“这难道和星体运动有关系？”

哈娜见哥哥不理她，便生气地说：

“怎么啦？哥哥，苹果可不会说话呀？”

牛顿转过头，一本正经地说：

“我在想，苹果和月球有什么关系呢？”

哈娜听后，哈哈大笑，说：

“这有什么好想的？本来就没有什么关系嘛，你可真是想呆了。”

牛顿却没有笑。





“他们的确不一样，我刚才在这里睡着了，这个苹果掉下来，把我吓醒了。”

哈娜神秘的一笑，说：

“是不是想吃苹果，不好意思呀？”

牛顿突然问哈娜：

“哈娜，你说，苹果从树上掉下来的时候，为什么掉在地上，而不会飞上天空呢？”

哈娜很惊讶地说：

“这有什么好奇怪的，苹果熟了当然会往地下掉呀！你瞧，那又掉了一个苹果呢！”

牛顿朝她手指的方向一看，果然又有一只熟苹果掉了下来。

这一现象使牛顿陷入沉思：

“这究竟是什么原因？”

牛顿看着苹果，不断地思考着这个问题。思绪越来越远，飞到了月亮，飞到了茫茫的宇宙……他手中的苹果，也已经变成了月球，变成了行星，变成了茫茫太空中的一个天体。

牛顿坐在树下，对着苹果沉思了许久，突然，他悟出了一个道理：

“苹果从树上掉下来，只因为地球在用力往下拽它，在吸引着它。”

“可是，苹果是因地球的引力而掉在地上的，









个道理，心中有说不出的喜悦，可是思考并未因此而止步，他仍在思考着地球、月球、太阳之间存在的这种力会不会改变。

牛顿又想到了开普勒的第二法则：假如有一个行星，它环绕地球一周用 1 年，那么它和地球的距离就是太阳距离的九倍。

牛顿运用这个法则反推回去，结果发现了有名的“逆二乘法则”。运用这个法则，可以推算出地球和月球之间的引力。后来，科学家运用这个定律，测算出了彗星出没的时间，并相继发现了海王星和冥王星等。

这就是万有引力和苹果落地的故事。不管是真是假，牛顿老家园子里的苹果树被赋予了非凡的意义，成为后人瞻仰牛顿故居时赞叹牛顿伟大过人之处的活典型。

## 伽利略提出自由落体定律

伽利略（~~1564-1642~~）生于意大利的比萨。他是杰出的天文学家和物理学家。因为他的卓越成就而被人们称为近代科学之父。贫苦的家境培养了伽利略顽强的信念。他制造了天文望远镜，发现了木星的卫星，金星的盈亏，日面的地形和太阳黑子，





发现了等时性原理、自由落体的规律，发现了绘图仪。做了著名的斜塔实验，开创了一种研究科学的新方法，即科学实验方法，也就是实证的方法，对人类科学具有非常重要的贡献。

一天晚上，伽利略和他的学生们在一起饮酒聊天，酒至酣处，伽利略对大家说了他的想法：

“我要用实验向大家证明一个真理，我要让那些最顽固的老学者们亲眼看到我的实验，然后让他们信服。”

“老师，您想什么时候做实验啊？”

“明天，不，不行，得后天，噢，也不行，下个礼拜的今天最合适，这样，我会有足够的时间先进行一下实验。我要请学校的全体师生，还有比萨的全体公民来观看这次实验，让大家一起来为我做见证。届时大家会看到，两个大小不等的铁球同时落地。”

其中一个平时颇被伽利略宠爱的学生，这时候有些放肆起来，他借着酒兴说：

“老师，您说您的那两个铁球中，会不会有一个砸在我这个不幸的脑袋上？”

伽利略冷冷地回答说：“最好还是砸在上面，这样，说不定会把你的脑子砸出一些智慧的火花来。好了，现在你们都各自回去吧，我会把我的计





划公布在中央讲演大厦的公告栏里，到时候，可以请你们的朋友一起来，我也将邀请各位教授到场。”

一个礼拜很快就过去了。在教堂的大钟敲响十二下前，伽利略满怀兴奋地进入了公共广场。比萨斜塔下面站满了高声谈笑的学生，看他们的劲头儿，倒更像是来看斗鸡表演的。伽利略找了半天，没有见到校长和一些资历较深的教授，可能他们害怕有损身份吧。不过，在人群中，伽利略还是看到了几位教授，他们的脸上挂着藐视的神情，还有一点不怀好意的冷笑。

在人群的最外围，是一些披着披巾要走向教堂的老妇人，她们看到有这么多人在这里集会，不知道要发生什么，于是四下里问，什么事情，要看什么，什么时候开始？

在斜塔的入口处，一位老教授正在和一位年轻的教授热烈地交谈着。他们看到伽利略走过来，便一下子停住口，分开了。伽利略没有理会他们，径直进入了斜塔中。

伽利略对已经等得有些着急的群众说：

“请大家看清楚，现在，我手中有两个铁球，左手的这一个重一磅，而右手的这一个则重十磅，如果有人不相信，可以亲自上来掂一掂，看看是不是属实。读过书的人都知道，亚里士多德认为：如





果两个重量不同的物体同时下落的话，那么，它们到达地面的时间是不一样的。”

这时，人群里有人嚷着：

“那是当然，十磅的铁球一定会比一磅的快十倍。”

伽利略没有理会这个人的话，继续说：

“现在，请大家稍稍往后站一点，我会让这两个铁球直线落下去，不会伤害到大家的。请大家帮我一起观察这两个铁球落地的时间。”

说完，伽利略登上了塔顶，现在刚好是正午时分，钟声刚刚响过，下面的人群一片静寂。伽利略手里拿着两个铁球，伸开手臂，让两个手臂在同一个水平线上，喊了声“放！”

于是，两个铁球便从半空中直落下来，击落到地面，并且扬起一小堆灰尘。

两个手执滴漏计时的学生大声喊道：“时间相同，没有丝毫的差别！”

人群立刻轰动起来，无论如何，这么多人的眼睛都看到了一个事实——两个铁球同时落地。

“的确啊，是两个同时落地的。”

“我们大家都亲眼看见了，是相同的时间啊。”

“对，不会错的，我们只听到一个落地的声音，说明一定是同时的，不会有错。”





伽利略从斜塔上走下来，他的两个学生过来向他祝贺：“老师，祝贺您，您的实验成功了！”

“老师，我感到很光荣，能为您效力，并且亲眼看到您的成功。”

人群在慢慢散开，那几个站在群众中的教授早已经走了，他们并不想让伽利略看到他们的疑惑，也不想就此承认自己的错误。

## 瓦特发明蒸汽机

詹姆斯·瓦特（~~詹姆斯·瓦特~~）生于苏格兰的一个工人家庭中。他只接受过很少的正规教育，但并没有因此埋没他那深不可测的天赋。他坚持自学，钻研了天文学、化学、解剖学等多种学科，还掌握了拉丁文、希腊文、法文、德文和意大利文。瓦特自幼就有极强的动手能力，从~~1769~~年起，他用~~17~~年的时间完成了蒸汽机的改良工作，大大提高了蒸汽机的工作效率，打开了通向现代大工业的历史之门。

~~1769~~年~~12~~月，一个晴朗的星期日下午。

瓦特坐在工作台前面，连实验也懒得去做。他时而坐在已经停止转动了的机械前，静静地沉思，时而站起来，嘴里嘟囔着，在房间里走来走去。





对瓦特来说，一星期当中只有星期日下午的片刻时间，他才得以舒一口气。

从教堂做完礼拜回来，瓦特和妻子简单地用过午饭后，瓦特对妻子说：“我出去走走。”

这是瓦特从少年时代就养成的一个习惯，每每要思考什么事的时候，就马上从家里跑出去，在故乡格利诺克的树林中踱来踱去，一直到日落西山才回家。

瓦特尽可能地往行人稀少的路上走，脑子里却一直被一个问题所占据。

“汽筒需要蒸汽时就加热，要使它凝结时就加以冷却……冷却时尽可能使用大量的水，反之，加热时就尽可能用少量的水……”

在这几天当中，无论是睡觉、吃饭或工作，瓦特都不停地思考着这个问题。

从大街到小巷，从广场到大路，瓦特足足走了差不多有一个钟头。

“要使汽筒不必一冷一热地改变温度，就可以加快速度，并且不浪费蒸汽了！”

长期实验的结果，归纳起来就是这么一句话，而剩下的就是技术问题了。

这时，一片绿如油的草地映入了瓦特的眼帘，瓦特停下脚步，欣赏这美丽的景色，让紧张的大脑





松驰一会儿。

不久，“热量和凝结”的问题，在瓦特的脑中悄然消失了，这使瓦特感到无比的舒畅。

“唉！回家吧！”

瓦特伸了一个懒腰，然后慢条斯理地往家走去，刚走过洗衣店，到达牧羊人所住的小屋时，又一个念头飞进了他的脑海里。

“由于蒸汽是一种具有弹性的物体，因此，凡是有真空的地方，它就无孔不入。如果在汽缸和蒸汽室之间加一个通道，蒸汽就会进入里面而冷凝，这样就不用冷却汽缸，纽科门机的问题不就迎刃而解了吗？”

想到这里，瓦特便开始重新设想未来蒸汽机的构造：蒸汽因为具有推动力，所以能够冲入真空的容器里。要是把真空的容器附在汽筒上，蒸汽经过汽筒后就必定会进入那个容器里去，那么，蒸汽就可以在那个容器里凝结，而不必在汽筒中凝结。也就是说，为了蒸汽的凝结，只要另外再做一个凝结器连接在汽筒上就行了。这样一来，蒸汽就在那里凝结，而不需要再把汽筒冷却，汽筒就始终是真空的了。

这样各种不同的作用，分别在不同的容器内进行，汽筒就可一直保持热度，凝结器就可以永远使





它冷却下去，这样一来，连一丝蒸汽也不会浪费掉了。

初步的设想完成了，接下来的问题是如何把设想变为现实。瓦特又开始思考了，传统的纽科门机的冷凝器是如何使喷洒的水、凝结的水以及漏进来的空气排出去的呢？

这个问题又在困扰着瓦特，经过反复的思考，他想出了一个办法：在下面设计一个排水口，将水自管子中挤压出来，当蒸汽冲进去时，又可以将空气也挤压出来。

瓦特的想法，一步一步地接近了成功的边缘。想到这里，他已走过了两条街。此时，他已得出结论——在汽筒旁边再做一个冷凝器。

瓦特自从有了这种奇妙的构想，整个人都被它迷住了，他匆匆回到家里，一头钻进了实验室。

第二天一大早，瓦特就跑到格拉斯哥大学的一位朋友家里。

“你家里是不是有一个大的黄铜制的注水器？”

“ 哦！有的。”

“能不能暂时借我用一下？”

“好的，你拿去吧！反正是没有用的东西。可是，瓦特先生，你拿它干什么呢？”

瓦特微笑着说：“我想制造一个新的蒸汽机。”







模型。”

瓦特把那个直径 10 厘米、长 20 厘米的注水器带回家后，马上把它改制成了汽筒。

瓦特最初的蒸汽机模型形成了：一个汽筒，汽筒里面有一个活塞，活塞的最下面，有一个吊东西的钩子。

汽筒通过管子与一个小锅炉相接，蒸汽沿管子进入环形的汽筒内，汽筒因此能保持很高的温度。

汽筒的旁边接着一个冷凝器，冷凝器顶上有一个可以排气的阀门，下面有一个排水的小管子。

小锅炉里产生的蒸汽顺着管子进入汽筒，汽筒里的空气就被压进冷凝器，随着蒸汽越来越多，冷凝器里的空气也从顶上的阀门被压出，这时冷凝器和汽筒都充满了蒸汽。

然后，冷凝器被冷水制冷，里面的蒸汽凝成水，通过小管子不断挤出。与之相连的汽筒内的蒸汽就不断地涌过来被凝结，汽筒成了真空。这样活塞就被空气向上压，不断上升，活塞的钩子上所吊的东西就吊起来了。

这个装置比纽科门机先进了许多，它能充分地使蒸汽进入到小管子里凝结，由于不浪费蒸汽，效率大大提高了。

“不错！不错！”瓦特高兴得拍起手来。瓦特成





功了，他使以往所利用的大气压力改为蒸汽，使过去的气压机械一变而成为真正的蒸汽机械。

## 帕斯卡发明压强定律

布莱斯·帕斯卡，~~1623~~年 远月 远日生于克勒加菲朗，法国著名的数学家和物理学家。他在数学方面受数学家的父亲影响，~~16~~岁就发表了数学论文，~~19~~岁研制出了世界上第一台机械计算机，根据欧几里得的几何学创立了自己独特的几何体系。在物理方面则总结出了压强定律即帕斯卡定律。

帕斯卡从小就对大自然充满了好奇，常常思考一些他认为有趣的问题。有一天，他在上学的路上，看到园丁准备浇花，只见园丁把又长又扁的水管接在水龙头上，拧开水龙头，扁水管一下子变得圆鼓鼓的，水就顺着水管流进了花园。帕斯卡趁浇花的园丁不注意，悄悄把双脚站到水管上，想压扁管子堵住水，可根本堵不住，水照样从他脚下的水管中流过。他又蹲下来，用手按水管，脸都憋红了也没能按住。这时，园丁走过来，拍拍他的肩膀，吓了他一跳。他以为那位园丁会责怪他，谁知，园丁却反而笑呵呵地对他说：

“你这个小家伙，是想按住水管吗？”





“ 嗯。”

“ 就你这样的小不点儿怎么行呢，就是七八个人，只怕也堵不住哟！”

“ 为什么水有这么大的力量呢？”

“ 当然啦，看，它喷得多高啊！”

帕斯卡顺着园丁手指的方向看去，只见靠花园这头的水管上有几个细孔，水从细孔中喷出，喷得老高。“ 真的，它们画的都是抛物线呢。” 帕斯卡一蹦一跳地跑过去，伸手挡住一根“ 抛物线”，手心被射得怪痒痒的。

帕斯卡不禁产生了许多疑问：水进了水管为何要往前跑？水本来是往低处流的，为何水管里的水要往高处流呢？为何水能把管子胀得圆鼓鼓的？细孔里流出来的水为什么能喷那么高？

帕斯卡向园丁请教这些问题，但并没有得到一个满意的答案。没有办法，他只有回到家中向爸爸请教了！出乎他意料的是，他认为最有学问的爸爸也答不出，反而还教训他：“ 算了，把书本学好就行了，别整天想这想那的。”

执着的帕斯卡并没有就此作罢，既然从别人那里得不到答案，就自己做试验，他弄来一段水管，接在水龙头上，把另一头扬得高高的，看水往外喷。他还用钉子把好水管钻上几个孔，让水也从小





孔里喷“抛物线”。

帕斯卡的行为令爸爸更加生气：“怎么学起玩水了，你这孩子变了，不做正经事了。”

“玩水有什么不好，我有几个问题弄不清楚嘛！”帕斯卡不吃爸爸那一套，照样我行我素，挺有兴趣地摆弄着水管。经过多次细心的观察后，他发现了一个有趣的现象：从小孔里喷出的水流都一样长。

没多久，水管就破烂不堪了，帕斯卡又找来较薄的橡皮管子，费了很大劲才把管子安到水龙头上。细管子顿时被撑得又粗又壮，帕斯卡睁大惊奇的眼睛想：“水究竟从哪儿来这么大的力量？”

帕斯卡决定把这个问题弄个水落石出。他找来一个四周扎有一些小孔的空心球，然后把球上连接一个圆筒，圆筒里安了个可以来回移动的活塞。再将球和圆筒里灌满水，然后用力往里按活塞，水便从球四周的小孔里均匀地向外喷射，真是好玩极了。

帕斯卡重复了一遍又一遍，经仔细观察，他发现：如果不按活塞，水也就不向外喷射。帕斯卡觉得这太神秘了，但他怎么也弄不清楚秘密之所在，也不急于去问爸爸，认为应该自己解决问题。

帕斯卡对揭开这个秘密有着强烈的愿望，便不





断学习科学文化知识充实自己。当他长大以后，更加对幼年时“玩”水产生的现象感兴趣。于是，他决定继续进行他的“玩”水实验，不过这次不是在水龙头下悄悄地玩，而是在实验室公开地“玩”，并且有了许多仪器、设备等实验装置做辅助。

1646年，经过无数次的实验和精确计算。帕斯卡终于总结出了一条规律：“加在密闭液体上的压强，能够按照原来的大小由液体向各个方向传递。”物理学把它叫做“帕斯卡定律”。当年帕斯卡只有13岁。

## 镭的发现者居里夫人

玛丽·居里（1867~1935）生于波兰华沙一个知识分子家庭。出于对科学的热爱，玛丽·居里于1891年只身来到法国巴黎著名的索尔本大学攻读物理学，并以优异成绩毕业。1895年，居里夫妇发现了元素钋，1901年后又发现了镭，在科学道路上不断取得令人瞩目的成果。以后居里夫人又成为巴黎大学历史上第一位物理学女博士。居里夫人终生致力于放射性研究，为人类、为科学做出了不可磨灭的贡献。尤其是镭的发现及证明，更是居里夫人付出了大量心血的结晶。





在发现钋元素之后的第五个月，居里夫妇又发现了一种新元素。

这种新元素是在沥青铀矿中发现的，比铀的放射性还要强百倍，玛丽叫它“镭”。

这个消息使物理界和科学界都震惊了。居里夫妇竟然接连发现了两种新元素，这不能不让人刮目相看。

然而，科学是实实在在的，科学家们对于一种新的元素，只有在看见了它，接触了它，称过它，检查过它，用酸加以对比，并确定了它的“原子量”之后，才能确信它的存在。

可直到现在，还没有人看到过镭，没有人知道镭的原子量，因此，忠于原则的科学家们说：

“没有原子量，就没有镭，把镭指给我们看，我们就相信你们。”

为了向全世界的人们证实镭的存在，居里夫妇还要再工作四年。

但是，新的困难又接踵而至。为了提取纯镭和钋，需要足够的矿物和足够大的场地，而这些费用又去哪里筹集呢？

当时，女儿伊雷娜已经 15 岁了，由佣人照顾着，比埃尔的月薪也只有 1500 法郎，仅够一家人的日常开支。





钋和镭藏在一种很贵重的沥青铀矿中，对于居里夫妇来说，几吨沥青铀矿的价格太昂贵了。

他们终于想出了一个好主意，据他们预测，沥青铀矿在提炼玻璃用的铀盐后，矿物里所含的微量元素钋和镭一定仍然原封未动，因此可以用提炼过的残渣来做实验。

于是，居里夫妇请一个奥国同行帮忙，联系到了圣的阿希姆斯塔尔矿的厂主，请求购买残渣。

厂主是一个爽快的人，他说：

“只要你们出运费就行，我把这些残渣都送给你们了！”

玛丽夫妇十分高兴，立即从他们很少的积蓄中提出一部分钱，用来做运费。原料问题解决了，下一步，得想办法找到存放残渣的库房和提炼室。

他们想：在巴黎众多的建筑物当中，难道就没有一处可供他们做实验用吗？

事实证明，他们几天来的奔走都是徒劳无功的。最后，他们又回到了比埃尔任教的理化学校，校长舒尔勃格先生想了很久，终于想出了一个地方：“实验室旁边有一个闲置的棚屋，你们去看看能不能使用吧！”

这是一个小木板屋，以前是医学系的解剖室，玻璃屋顶残缺漏雨。很久以来，人们都嫌这个地方





不适合工作，所以一直空着。没有一个工人愿意在这样的地方工作。

玛丽和比埃尔却觉得这是个好地方，他们向校长表示了感谢。

夫妇俩使出全身力气把棚子清理了出来。

这时，一辆载重马车装着满满的大袋沥青铀矿残渣，停在了理化学校的门前。

玛丽按捺不住心中的兴奋，立刻跑上前打开一个口袋，伸出双手摸着那掺有松枝的褐色废渣，像欣赏宝贝一样。

镭就藏在这里面，玛丽要从这里面提炼出镭来。为了这个目标，她必须炼制一座山那样多的残渣。

比埃尔笑着说：

“玛丽，你现在可要变成一个强壮的男子汉一样才行呀！”

清晨，玛丽顾不上梳头，穿上粗布工作服就来到棚外工作。无论寒风多么凛冽，雪花如何狂舞，她都会准时来到，先是点燃柴木，烧热大铁锅，接着往锅里倒进沥青渣。她手握一根比她还高的大粗铁棍，用力地搅拌着。

随着残渣变成了糊状的黑色液体，玛丽的手也常被铁棍烫出了大泡。这些还可以忍耐，可当沸腾的残渣冒着一个一个大气泡，散发出一股股浓浓的







黑烟的时候，她眼泪鼻涕一起流了下来。

最后，玛丽再把沸腾的残渣舀进一个个大罐里，放到棚子里去沉淀。

每天，玛丽都无休止地重复着这些繁重的劳动。她的皮肤全部变成了黑色，双手也是伤痕累累，胳膊和脚都肿了。

在这期间，比埃尔一有时间就跑来帮妻子干活儿。眼看着玛丽的身体一天天衰弱下去，比埃尔的内心充满了痛楚。

可是，玛丽是不会停下来休息的。她仍旧天天站在那口大铁锅前面搅拌着。终于，愿吨的残渣全部炼完了，她终于可以松一口气了。

接着，玛丽又把那一大罐一大罐的溶液继续提炼提纯。

1894年 源月，猿岁的玛丽终于在 源年的日夜苦战之后，从 愿吨沥青铀矿残渣中，提炼出了十分之一克的镭。

那天晚上 怨点多钟，玛丽给女儿洗完澡之后，坐在灯下给女儿缝衣服。

但是，她刚缝了几针，就不安地站了起来，很兴奋地说：

“比埃尔，我们一起去实验室看看吧，我总觉得好像有什么事情要发生。”





比埃尔正巧也有同感。于是，两个人穿上外衣，轻轻地溜出了屋。

当比埃尔要打开实验室门的时候，玛丽突然问：

“你想过镭会是什么颜色吗？”

比埃尔顺口回答说：

“一定十分漂亮！”

玛丽像个顽皮的小女孩似的，轻声对比埃尔说：

“我们不要点灯！”

说着，他们打开了门。

“看哪……看哪！”玛丽惊叫道：

只见在黑暗中，那些放在桌子上的玻璃容器里，一种从没见过的淡蓝色的荧光在不停地闪耀着。

玛丽双手合十，跳着嚷道：

“太美了！太漂亮了！”

这天晚上，居里夫妇兴奋得很晚才睡着。因为终于找到了镭，可以证明镭的存在了。

## 发明电报的莫尔斯

莫尔斯，毕业于美国耶鲁大学艺术系，后来到





英国学画，是一位擅长画风景的作家。后来成为美国电报的发明者。那么一个艺术家如何成为电报的发明者呢？

1830年秋，画家莫尔斯塔乘“萨里号”游轮返回美国。轮船在茫茫大海上航行，时间一长，旅客们就有点厌倦了。这时，一位名叫杰克逊的青年表演起“魔术”来。他将一块绕有绝缘铜丝的马蹄铁块放在桌子上，把铜丝通电，马蹄铁就有了一股无形的力量，把一些铁钉、铁片吸了过去。当切断电源时，马蹄铁的吸引力便消失了，那些铁钉铁片也马上掉了下来。

旅客们大感兴趣，纷纷自己动手尝试。莫尔斯试了好几次。“这真是太神奇了！”他仿佛看见了一个奇妙无比的新天地。杰克逊告诉莫尔斯这叫电磁感应现象，还向他介绍了许多电的传递知识。

莫尔斯完全被电迷住了，连续几个晚上都失眠了。他想：“电的传递速度那么快，能够在一瞬间传到千里之外，加上电磁铁在有电和没有电时能作出不同的反应。如果利用它的这种特性不就可以传递信息了吗？”

莫尔斯这位颇有成就的绘画教授决定放弃他的绘画，发明一种用电传信的方法——电报。

回到美国，莫尔斯就开始着手研究这个问题。





没有电学知识，他便如饥似渴地学习。遇到一些不懂的问题，便向大电学家斯特尼请教。他的画室也成了电学试验室。画架、画笔、石膏像等都被堆在了角落，电池、电线以及各种工具成了房间的“主角”。

渐渐地，莫尔斯掌握了电磁的基本知识。他开始正式向“电报”发起冲击！

莫尔斯从有关资料中得知，在他之前，早就有人设想用电传递信息。早在 1753 年，当时人类对电的认识还处在静电感应时代，一位叫摩立逊的电学家，就曾做过这样一个试验：架设 25 根导线，每根导线代表一个字母。这样，当导线通电时，在导线的另一端，相应的纸条就被吸引，并记下这个字母。当时由于电源问题没有解决，摩立逊的实验也就未能进一步深入。

经过 20 年的试验研究，莫尔斯不知失败过多少次，但他仍不灰心，总结了以往失败的原因：以前为了表达 25 个字母而设计的极为复杂的设备，制作起来是非常困难的。电流是神速的，如果它能不停顿地走 25 英里，我就让它走遍全世界。电流只要截止片刻，就会出现火花；没有火花是另一种符号；没有火花的时间长些又是一种符号。这里有 20 种符号可以组合起来，代表数字和字母。它们可以





构成全部字母，文字就能够通过导线传递了。那么，在远处能记录消息的崭新工具就能实现了！

“用什么符号来代替 26 个英文字母呢？”莫尔斯陷入苦苦的思索之中。

莫尔斯每天都趴在桌上不停地画着，他画了许多符号：点、横线、曲线、正方形、三角形……最后，他决定用点、横线和空白共同承担起发报机的信息传递任务。他为每一个英文字母和阿拉伯数字设计出代表符号，这些代表符号由不同的点、横线和空白组成。

这是电信史上最早的编码，后人称它为“莫尔斯电码”。

有了电码，莫尔斯立刻着手研制电报。他在极度贫困的状态下，进行研制工作。终于在 1844 年 1 月 9 日，首次制造出了一台电报机。它的发报装置很简单，是由电键和一组电池组成。按下电键，便有电流通过。按的时间短促表示点信号，按的时间长些表示横线信号。它的收报机装置较复杂，是由一只电磁铁及有关附件组成的。当有电流通过时，电磁铁便产生磁性，这样由电磁铁控制的笔也就在纸上记录下点或横线。这台发报机的有效工作距离为 40 公里。

莫尔斯认为这种发报机还有许多缺点，决心加





以改进。不久改进工作完成了，余下的工作就是检验发报机的性能了。莫尔斯计划在华盛顿与巴尔的摩两个城市之间，架设一条长约 30 公里的线路。为此，他请求美国国会资助 1 万美元，作为实验经费。国会经过长时间的激烈辩论，终于在 1844 年，通过了资助莫尔斯实验的议案。

1844年 缘月 圆日，在华盛顿国会大厦联邦最高法院会议厅里，开始进行电报发收试验。年过半百的莫尔斯在预先约定的时间，兴奋地向巴尔的摩发出人类历史上第一份电报，从而揭开了电信史上新的一页。

## 富兰克林解开雷电之谜

本杰明·富兰克林（~~1706年~~~~~1790年~~），出生于一个小商人家庭。由于经济条件的限制，富兰克林在正规学校读书的时间只有一年，但是他从未放弃过对知识的追求。最后成为十八世纪美国著名的科学家、文学家、政治家和外交家。尤其在十八世纪的电学史上，富兰克林更是一位独领风骚的人物，他不顾生命危险揭开了雷电之谜，并首次阐明了电的性质，为近代科学的发展奠定了基础。

1954年的冬天，电学界传出了一个令人振奋的





消息：“德国科学家克莱斯发现了电震现象”。原来，克莱斯把一根铁杆放入潮湿的玻璃瓶子里，然后用金属线把摩擦起电产生的电荷，引到铁杆上，他本意是想看看，电荷是否能储存在瓶子里，可是当他无意碰了一下铁杆时，竟被震昏在地。这一次实验被人们称为“莱顿瓶实验”，人们也因此对电产生了全新的认识，使世人第一次知道了电的威力。

富兰克林对此实验非常感兴趣，也开始作一些电学实验。有一次，他把几十只莱顿瓶联在一起想加大放电量，可是给他帮忙的妻子一不小心碰到了莱顿瓶的金属杆，只听到“轰”的一声响后，一大团火花闪过，妻子被电击倒在地，这次意外使富兰克林深深认识到了电的威力，当时的一幕，也常常显现在他的眼前。经过查阅大量有关雷电的资料后，他心里产生了一个大胆的想法，雷电绝对不是什么气体爆炸（在当时普遍认为雷电是一种气体爆炸），一定是一种放电现象，只是当时他没有想出一个切实可行的办法来证明这个推论。

后来，富兰克林特意把这个想法写成了一篇论文，寄给伦敦的科学家——自己的好友科林逊。科林逊在为他研究成果高兴的同时，特意向英国最高科学机构——皇家学会推荐了这篇文章。可惜的





是，由于当时的富兰克林在电学界名不见经传，他的这篇论文并没有引起学术权威的注意。

但是，富兰克林毫不气馁，在科林逊的帮助下，他常常把自己在实验中的新发现告诉科林逊，两个人总是互相交流。在1752年，他还与科林逊一起出版了论文集《电学实验集》，这是近代科学史上第一本系统的电学理论著作，出版后很是畅销，富兰克林的名字也逐渐被人们所熟悉。

富兰克林知道，要想证明自己的理论，最有力度的是用事实说话，可是怎样才能证实闪电就是电的本质呢？有一天，他看到孩子们在风中放飞的风筝，忽然想到，如果在雨天用风筝来作一个实验，大概会有所发现吧。

于是，在一个阴云密布的夏日，眼看暴风雨即将来临了，富兰克林和儿子威廉一起用一大块丝绸手帕做了一只大风筝。风筝是菱形的，风筝的十字骨架上绑了金属丝，便于导电。父子两个人带上风筝和一只莱顿瓶，准时向野外走去，富兰克林的妻子再三叮嘱两个人要小心，早去早回。

父子两个人很快来到了野外，父亲拿着风筝，儿子拿着线，还不住地问父亲：

“爸爸，可以放了吧！”

“孩子，别着急啊，得等到雷电再响些才能效







果好些！”富兰克林镇静地告诉儿子。

过了一会，狂风大作，雷声隆隆，团团乌云压向天边，富兰克林赶紧把风筝掷向天空，大声喊道：“儿子，快跑起来。”

威廉在旷野中拼命地奔跑起来，狂风卷起风筝，飘飘起伏，升到空中，紧接着大雨倾盆，雷雨交加，父子两个人很快就淋透了。富兰克林很是兴奋，他追上儿子，接过风筝线，拉着他躲进一座废弃的破房子里避雨，然后又掏出一把铜钥匙，系在了风筝线的末端。

儿子很是不解，问道：“爸爸，这是干什么啊？”

“这个铜钥匙吗？是用来阻挡上面流下来的电，用它可以把电流导到瓶子里去。”

说完，富兰克林又往装有水的莱顿瓶中插入一条铜线，浸入水中一半，又留在瓶子外面一半。

然后，富兰克林兴奋地说：“孩子，一会儿我们就能把电导入瓶子中带回家去了。”

说完，父子俩抬头望去，只见风筝已穿进了云层，闪电雷鸣阵阵，但是风筝却什么反应也没有。

儿子禁不住很失望地说：“爸爸，恐怕我们这次又白费工夫了吧？”

“别担心，孩子，我们再等等看吧！”

突然，一道剧烈的闪电划过，风筝线仿佛被什





么拉动了一下，富兰克林的手中也有了一丝麻的感觉，他轻轻地去触摸了一下铜钥匙，顷刻之间，钥匙上闪现了一串火花。

“哎呀！”富兰克林忍不住叫了起来，“太好了，儿子，我被电击了，雷电就是电啊！”

父子两个人忘记了浑身上下已被雨淋透了，高兴地欢呼起来。

雨过天晴后，太阳高照，父子两个人带着他们的战利品，急忙回家了。

回到家里后，富兰克林立即走进了实验室，把莱顿瓶和他已设计好的电铃连结起来，他高兴地对威廉说：

“快去把妈妈喊来，让她也来分享我们的喜悦吧！”

一家三口焦急地等在实验台旁，当富兰克林按动电铃的开关后，一阵悦耳的铃声响了起来。威廉拉住妈妈的手，高兴地说：

“妈妈，爸爸的研究终于成功了！”

这以后，富兰克林又多次冒着生命危险，多次收集雷电，并进行了一系列的实验，结果都表明雷电同电机产生的电荷是完全相同的。富兰克林没有忘记把这个喜讯告诉给远在伦敦的朋友科林逊。

没过多久，风筝实验的消息就传遍了整个科学





界。富兰克林在电学方面的理论，至此取得了决定性的胜利，他的有关电学方面的著作引起了学术权威们的重视，被译为法文、德文、意大利文等，在全欧洲得到了公认。

在真理面前，英国皇家学会的权威们也作了躬身反省，他们对于以前不屑一顾的富兰克林的论文重新评议，并进行了实验，他们诚恳地邀请富兰克林作为皇家学会会员，并给他颁发了代表着科学界崇高荣誉的金质奖章。1753年，富兰克林的科学研究开始走上了巅峰。

## 电话的发明者贝尔

贝尔（~~贝尔~~ 贝尔）生于苏格兰的爱堡市。贝尔的父亲是著名的语言学家，是聋哑人手语的发明者。由于家庭的影响，他从小就对声学 and 语言学产生了浓厚的兴趣。他在大学所学专业 and 后来进行的研究都和声学有关。1859年，贝尔研究出了电话的工作原理——变阻理论。1861年，贝尔和沃森利用电磁感应原理试制出了世界上第一部传递声音的机器——磁性电话机，进而发明了电话。

贝尔永远不会忘记童年时玩过的一个非常有趣的游戏：他们把一根长长的线穿在两只空罐头的底





部，然后，一个人把空罐头放在嘴边说话，另一个人把空罐头按在耳朵上，当拉紧那根线时，说话的声音会清清楚楚通过直直的线，一直传到另一端。他们把这种游戏称作“情侣电报”。

在贝尔出生时，一位由画家成长为发明家的欧洲移民已经发明了有线电报。本来，出生在苏格兰的贝尔跟电报并没有缘份。他的父亲是一位纠正发声的专家，担任聋哑人发声的指导工作，贝尔年轻时也跟父亲一样，当了聋哑人的发音私人教师，并且还跟一位聋哑少女结了婚。

可是，这位专门研究语言的青年学者却对电磁发声的原理产生了极大的兴趣。当贝尔全家从苏格兰移民到美洲，他被波士顿大学聘请担任语言教师后，便参加了莫尔斯电报机的改进工作。于是，他产生了一个念头：能不能不用电码，直接把人的声音传递到接收者那里去呢？这个把声音和电结合起来的想法，使贝尔走上了发明家的道路。

自从萌生了让电直接传达声音的念头，贝尔便记起了这种游戏。假如能把空的罐头变成声音，把声音改换成电讯号。再把电讯号还原成声音的装置，中间用导线连接起来，这样用电传达声音的目标不就能实现了吗？关键在于如何实现声音和电流的相互转换，在这个尖端的物理学课题方面，只具





备声学知识和语言知识的贝尔显然还称不上专家，他需要学习，需要向内行请教。

贝尔开始深入地钻研起电磁学原理来。他参加过电报的改良工作，所获得的知识虽然不无帮助，但电报传达的只是十分单一的长短两种信号，语音信号却全然不同，要比电报信号复杂得多。他跟自己的助手华生合作，试制了一种金属膜片，在膜片中心设置了磁性的簧片，这样一来，人发出的声波会引起它的震动，产生各种频率的振荡。但这种振荡又如何变成可传导的电磁波呢？贝尔一下子无法解决这个棘手问题，于是，他向各方面的专家求教，希望能得到他们的指导。

就在这时，爱迪生给予了贝尔很大的帮助，他建议说：“碳粉的密度可以改变电阻，从而改变通过它的电流强度。何不试试碳粉的这一特性呢？”

按照这种正确的思路，贝尔和他的助手华生把自己的金属膜片装在了填充着碳粉的容器上，当人发出的声音通过膜片作用到碳粉上时，碳粉便会因为音波的冲击不断改变密度，从而产生不同强度的电流。反过来，不同强度的电流使碳粉的密度改变，又会使膜片发生振荡，产生出相应的声波，这便产生了送话器和受话器，声音由电流直接传达的目标就能实现。





最近年 圓月，贝尔和华生终于造出了第一只送话器和受话器，他们分别在自己的房间里装配上器械，并用电线连接起来，然后通上了电流。

就在这个时候，贝尔不小心碰翻了自己的电池，蓄电池里的稀硫酸泼到了桌子上。情急之中，贝尔喊道：“华生，快来帮忙，我这边出事了。”他的话，在远处的华生通常是听不到的。但是，华生却万分激动地飞跑过来，喊道：“你刚才在喊我，是不是？”无意之中，他们已经完成了通话，华生在受话器那一端，清清楚楚接收到了贝尔送话器传递过去的声音。

电话研制成功了！

## 卡文迪许证明生物电

卡文迪许（~~1731-1810~~）生于法国尼斯的一个贵族家庭。富足的生活对他的科学研究非常有利。他建造了卡文迪许实验室，测定了物质的电容；设计了卡文迪许扭秤，验证了万有引力定律；确定了引力常数和地球的平均密度；成为第一个测量地球的人。在化学方面也取得了伟大成就，著有《人造气体》一文，解释了一些气体的特性。其中，证明生物电的存在是由治疗痛风病引起的。





圆园多年前，古罗马帝国流行着一种奇怪的治疗头疼、痛风等病证的方法。

有一天，一个病人痛苦地对医生说：“大夫，我的腿痛风病又发作了。你给我开点药吧。”大夫仔细地看了看病人的腿，摇摇头说：“用不着吃药。不过，你需要花一笔钱，去海边休养一段时间就会好的。”病人疑惑地看着大夫，不解地问：“什么？去海边休养就行了？”

大夫开了张单子，递给病人说：“你按这个地址，到海滩边找到这个渔夫，他会让你明白的。放心，你的痛风病一定会好的。”病人听了大夫的话，半信半疑地来到海边。那渔夫接过医生写的单子，便把病人带到了海边潮湿的沙滩上，并在他脚底上放了一条大黑鱼。“哎唷！”病人猛地一窜，只觉得脚底一阵发麻。不过，麻过之后，他觉得舒服多了。

“这样就能治好痛风病吗？”病人问道。

渔夫点点头说：“不错，你只需要在这儿呆上几天，每天都到海滩上和这条大黑鱼在一起，包你能好。”

病人好奇地问：“为什么这样就能治好痛风病呢？”

渔夫耸耸肩说：“我也说不清楚。反正，这法





子挺有效的。”

古罗马流行的这种治病方法，确实很奇怪。但是，长期以来，谁也没有去深究这里面到底有什么奥秘。

1753年的一天，忙了整天的卡文迪许独自呆在书房里，他拿起一本书翻阅起来。书的内容是关于古罗马时代科学文化的，书中记载了 1000 多年前风行一时的用大黑鱼治病的方法。看到这里，卡文迪许觉得非常奇怪：为什么当病人的腿触到大黑鱼时，会有发麻的感觉呢？

卡文迪许知道人体只有碰到电时，才会产生发麻的感觉。这两者有联系吗？这时，他心里忽然闪过一个念头：难道这大黑鱼身上带电？想到这里，卡文迪许兴奋起来。可是，他转念一想，要是大黑鱼本身带电，那它自己受得了吗？再说，还从未听说过动物能带电呀！

要是换成别人，恐怕早就把书搁到一边，不再细想下去了。可卡文迪许不一样，凡是有疑问的，他必定要设法找到答案。那些在别人眼里离奇荒诞的想法，恰恰最能激起他的兴趣。

卡文迪许设法弄到了这种大黑鱼，把它埋在潮湿的沙滩里。然后，他在这条鱼上面接上一个莱顿瓶。果然，莱顿瓶冒出了火花！卡文迪许大为惊







讶：“这么说，大黑鱼身上的确带电！”就这样，卡文迪许第一个用科学的方法证明了生物电的存在。

## 阿基米德由洗澡得出浮力定律

阿基米德（公元前 287~ 公元前 212），是希腊最具有现代精神的伟大的数学家和物理学家。他把数学推理和科学实验结合起来，不仅发现了浮力定律，还完善了杠杆原理。他对科学真理孜孜以求，在自己的生命安全受到严重威胁的时候仍然专心科学研究，置生死于度外，他的这种精神一直为后人所敬仰。其中浮力定律的发现却是由一件趣事引起的。

传说叙拉古国王亥厄洛，因为打了几次胜仗就有点飘飘然，命金匠打制一顶纯金的王冠。新王冠做得十分精巧，纤细的金丝密密地织成了各种花样，大小也正合适，国王十分高兴。但转念一想：我给了工匠 5 两黄金，会不会被他们私吞了几两呢？因此，马上叫人拿秤来称，结果不多不少正好 5 两。但这时一个大臣出来说：“重量一样不等于黄金没有少，万一金匠在黄金中掺进了银子或其他东西，重量可以不变，但王冠已不是纯金的了。”国王听后觉得很有道理，但有什么办法能既不损坏





王冠又知道其中是否掺了银子呢？国王把这个难题交给了阿基米德。

阿基米德欣然领命，因为解决种种难题正是他的志趣所在，越是难题，才越有滋味。

可是，不损伤王冠就不能取样跟纯金比较，也不能用试金石查检金的纯度。从表面看，是无法看出金子纯度的，该怎样判定王冠的黄金纯度呢？阿基米德想来想去，一直想不出正确的判定方法来。一连几个星期，他茶饭不思，简直被这个难题迷住了。

但是，有问题总得解决呀，阿基米德心力交瘁，觉得总这样也不是办法，还是先调节一下身心，再继续研究吧。于是，他叫来仆人，吩咐给自己准备洗澡水，洗上一个澡。

大概是阿基米德好久没招呼仆人替他准备洗澡水了，仆人这一次把浴盆里的水加得太满了。阿基米德一条腿刚伸进去，水便溢出盆来，再伸进一条腿，水又漫出来一点，等到洗好澡，盆里的水已经浅了一层。这时候，再把腿伸进盆去，那水却不再溢出来，即使全身都浸泡在盆里，水也没有溢出一点儿。

看到这种现象，阿基米德思索了这么多日子的  
问题突然明朗起来。看样子，物体进入水中，一定





会排出与体积相等的水，那么，体积越大排开的水一定就越多。如果把与王冠等重的纯金浸入水中，它排出的水是一定的，如果王冠里掺了别的金属，那些金属的体积一定比纯金大，那么肯定会多排出一些水，两相对比，王冠里有没有假，不就很清楚了吗？

想到这里，阿基米德一阵欣喜，跳出浴盆开始检验自己的设想，他用各种金属放进水盆，计算溢出的水。得出的结论跟自己的想法完全相同，这时，他觉得解决王冠的问题已经成熟，便带着必要的仪器进了王宫，准备测试一下王冠是否真由纯金所制。

宫殿里，阿基米德请亥厄洛取来纯金，称出跟王冠等重的一块，放进满满一盆水中，这时候，盆中的水开始溢出盆外，阿基米德小心将这些水放进杯中，然后放在天平的一端。接着又把王冠也用同样方法浸出水来，放到天平的另一端，这时候，全体在场的人都清清楚楚看到，王冠所排出的水显然比纯金的多，天平公正地倾向了一方。

阿基米德向亥厄洛国王禀报：“金匠一定在纯金里掺了比金轻的金属，因此王冠的体积会比纯金大一点，因此排出的水便比同样重量的纯金多。”在事实面前，金匠只得承认自己确实是偷了国王的





纯金。

称王冠的案子结束了，阿基米德完成了作为一名宫廷顾问必须完成的任务，但是，作为一名科学家，他觉得还没有尽自己应尽的职责。沿着用排出液体多少称量物体这条思路，他继续研究下去，终于总结出了有关浮力的原理：浸在液体中的物体会受到向上的浮力，这种浮力的大小等于物体排开的液体的重量。这就是著名的浮力定律。

## 发现 载射线的伦琴

伦琴（~~威廉·伦琴~~）生于德国的吕内堡。~~1845~~1845年，他在苏黎士大学获得哲学博士学位。在以后的~~15~~15年里，他在一些大学任教，逐渐取得了著名科学家的声望。~~1895~~1895年，他被任命维尔茨堡物理学教授和物理研究所所长。就是在这里，伦琴取得了非凡的成就，成为 载射线发明者。

~~1895~~1895年，威廉·伦琴当上了维尔茨堡大学的校长。这个头衔使伦琴感到烦恼，他觉得自己本质上只是一位学者，只熟悉实验室，只想去探寻大自然的奥秘。他的天职是丰富人类的知识宝库，而不是在行政事务里荒废光阴。于是，威廉把一切恼人的事务都委派给自己的副手，让校务委员会去决定一





切，请他们在必要的时候才找自己，完成校长名义上必须完成的任务——在文件上签上自己的姓名，而把属于自己的时间全都用到了科学研究上。他觉得只有这样，才恢复了自我，生活也更加有意义。

1905年11月11日，这时的德国，天气已经很冷了，伦琴在实验室泡了一整天，研究的是阴极射线。为了使射线集中向一个方向集射，他在发射管外包了一张黑色的硬纸筒，这样，除了一个方向，其他方向不会有射线溢出。

回家的路上，伦琴突然记不得自己是不是关上了电源。灯关了，电源不切断，发射管便会损坏。这种马马虎虎的事已发生过好多次，他宁愿再回实验室一趟，也不愿自己宝贵的实验设备出毛病。

打开实验室大门，伦琴立即看到，阴极发射管附近有微光。好险，幸亏自己决定回来，否则又得申请更换设备了。他正要去切断电源，突然发觉那微光不正常，他已经能辨别室内部位，那种荧绿色的微光不仅不在安放发射管的地方，而且光色也不对。

伦琴打开电灯，看到发光体居然是仪器旁边桌上的一块纸屏，纸屏上，伦琴曾镀过发光晶体，这种晶体在高速粒子流的放射下，会发出莹绿的光。

哪来的高能射线流？阴极射线管四周套着黑色





硬纸板圈，它根本不可能射向纸屏。为了把这莫名其妙的情况弄个水落石出，伦琴决定留在实验室。

伦琴没有切断电源，只是把灯关了，纸屏上的微光又出现了。接着，他把电源切断，阴极发射管停止工作，那团莹光立即消失。看来，阴极发射管居然还发射一种人的肉眼无法感知的、能够穿透黑色硬纸板的射线束。

此时，伦琴猛然想起那一包无人拆动却毫无道理爆光的感光片，不正是放在与纸屏同一张桌子上的吗？那时还以为是感光片的问题，但现在看来，作怪的是同一种射线，一种伦琴从未知道的射线。伦琴开始意识到，一次偶然的疏忽，让他站到了一种新的物理现象发现的大门口。

伦琴在实验室一连住了十几天，测试这种射线的特征。穿透力是测试的重点，他找来种种能隔开射线穿透的材料，把感光片贴在它们后面，照射后拿去冲洗。金箔、银箔、铁片、木板，都一一试过，这些材料都挡不住未知射线的穿透。

最后一次，伦琴取来一块小铅板，它没能完全遮没感光片，他只得用手扶住它。谁知底片冲洗出来以后，伦琴又意外地发现，底片上铅板部分没被感光，而自己那只手，也在底片上留下了痕迹，留下的是自己手的骨骼图像。结论已经有了：神秘的





射线不能穿透铅板，也不能穿透人的骨骼，因为骨骼主要是由钙构成的，射线穿不透钙质。

伦琴立即举行了实验结果报告会，到会的科学家里，最激动的当数大学里的医学专家。他们从伦琴的实验结果里找到了一种强有力的科学手段。凭借伦琴的射线，医学家可以穿透人的皮肉看到骨骼的真相，确定与骨骼有关的病情。而以前，他们只能凭经验，或者动手术切开皮肉才能看到真相。医生们建议，把这种新发现的射线称作“伦琴射线”，但伦琴当场表示：新射线的许多性质还不清楚，还要对射线作进一步的性质测试，因此他决定把射线称作“载”射线。

## 发明中子的费米

恩里科·费米（~~1901~1954~~）生于意大利。他的一生主要从事理论物理、原子及核物理学、中子物理学研究。因发现了中子辐射产生的新放射性元素以及慢中子产生的核反应而荣获 ~~1938~~ 年度的诺贝尔物理学奖。第二次世界大战前夕，费米举家迁往美国，并在参加美国研制第一颗原子弹的工作中发挥了巨大作用。

~~1938~~ 年，英国物理学家詹姆斯·查德威克爵士





在剑桥大学发现了中子，并因此获得 1935 年的诺贝尔奖。这个发现开辟了原子核研究的新纪元。后来查德威克参加了美国第一颗原子弹的研究和制造工作，成为洛斯—阿拉莫斯实验室的重要成员之一。

1934 年，著名物理学家，居里夫人的女儿伊琳娜·约里奥·居里和女婿弗雷德里克·约里奥·居里用 粒子轰击铍、锂、硼等元素产生了人工放射性物质，发现了人工放射现象并被授予 1935 年的诺贝尔化学奖。

费米受到以上两项发现的启发，开始试着用中子来进行人工放射实验。

1934 年 12 月，费米和同事们对某些金属进行人工放射性试验。他们把中子源放入银质圆筒内，再把圆筒放在一个铅盒里，发现了一个奇特现象：把银圆筒放在铅盒的中央和一角，它的放射性的强弱是不相同的。

面对这种奇特现象，同事们疑惑不解，有人甚至怀疑是因统计的错误和测量的不精确造成的。但费米不同意这种看法，他敏锐地意识到这种现象的科学价值。听了同事们的议论，他平静地说：“这也许是一项重要的发现，让我们多做一些各种情况的试验。”







经过几天的试验，费米和同事们又发现了新的奇特现象：把中子源放到圆筒外面，在筒和源之间插上一块铅板，圆筒的放射性竟然也增强了。

这是怎么回事呢？费米还没找到答案。他想铅是一种重物质，石蜡是一种轻物质，何不用石蜡来试验一下呢？

1934年12月11日上午，费米和同事们找来一大块石蜡，在上面掏个洞，把中子源放入洞内去辐照银圆筒，然后再用盖革计数器测量它的放射性。结果，计数器发疯似地“喀、喀”响起来。石蜡竟把银的人工放射性一下子提高了上百倍。

中午，费米躺在床上，上午实验的每个细节一幕幕呈现在眼前。他思考着如何解释石蜡奇特作用的理论。他想，石蜡含有大量的氢，氢核是质子，它的质量和中子几乎相同，当中子源被封在石蜡块里时，中子到达银原子核前，便会同石蜡中的质子相碰，碰一次便会失去一部分能量，正如一个台球在击中另一个台球时，速度会慢下来一样。一个中子从石蜡中出来以前，会连续同许多质子相碰而减速，从而变为慢中子。正是这种慢中子，将比快中子有更多的机会被银原子俘获。

费米再也躺不住了，他爬起来，快速来到实验室，向同事们讲述了自己的新想法，最后，他推测





说：“如果我的想法是对的，那么，任何含氢成分大的其他物质，比如水，也应该具有同石蜡相似的效果。”

水是不缺的，实验室后面花园里有个金鱼喷水池。他们说做就做，从实验室把中子源和银圆筒搬了出来，都放在喷水池的水下。开动计数器后，水真的把银的人工放射性增强许多倍，费米的设想得到了实验证实。

正是这次不寻常的实验及以后的一系列实验，使费米在中子轰击方面，尤其是热中子轰击方面取得了引人注目的成绩，~~1938~~1938年，他因此荣获诺贝尔物理学奖。

## 怨岁上小学的钱伟长

钱伟长，~~1915~~1915年 怨月出生，江苏人，我国杰出的物理学家。

钱伟长的家乡在江苏省太湖岸边的一个小村庄，旧中国的太湖湖畔，没有艳丽的花朵，湖水中流淌着穷人的血泪。

钱伟长的祖父是私塾的教书先生，父亲继承了祖父的衣钵，在家乡一所小学当教员。母亲是一个善良而勤劳的农村妇女，整天靠挑花、糊火柴盒、





养蚕来争取微薄的收入，补贴家用。正应了当地那句谚语“十个黄狗九只雄，十个先生九个穷”。

钱伟长的童年是沉重的，为了家中饭桌上能够丰盛一些，他每天和村子里的穷孩子们一起到田野里去挑金花菜，到河沟里去摸螺蚌，这是他家饭桌上的上品。

由于家中生活艰难，已到了上学年龄的钱伟长因付不起学费，一直拖到 12 岁才上小学。他一面断断续续地念书，一面帮母亲挑花，挣一点上学的费用。

1934 年，钱伟长的父亲在贫病中去世了，家中的生活来源失去了大半，生活更加艰难了。失学在家的钱伟长，靠着叔父的资助进了苏州高中，这是一所以成绩优异而闻名的学校。

然而，钱伟长虽然上了几年学，可为了家中生活，三天打鱼两天晒网，并没有较为系统地学习各方面知识。许多初中的课程他还没有学习过，几何、代数、三角、物理、化学和外语，对这个农村孩子来说，还是一些陌生的名词。在这种情况下，他自然把兴趣放到了文科上，他喜欢文学、历史和地理，只有这些课程才没有成为他思想上的负担。

他讨厌那些死板的公式、枯燥的定律、令人头痛的推理和演算，可是这些东西却偏偏缠住他





不放。

有一天，老师在讲完数学课以后，又给同学们布置了几道作业题。钱伟长花了好几个小时，冥思苦想，总算做出来了。

没想到，当他准备上床睡觉的时候，老师却出现在他的面前，并且和蔼地对他说：

“你今天的作业有几道题做错了，我已经把错了的地方给你指出来了，你自己再用用脑子，动手把错误改正过来。”

在老师的宿舍里，钱伟长在老师的陪伴下，重新修改自己的作业。当他把错误一一改正过来后，时钟已指向深夜 12 点。

他不仅没有感到疲倦，反而第一次尝到了学有所得的滋味。

从此以后，每天宿舍熄灯以后，钱伟长就到老师的房间里去进行夜自修。他渐渐对枯燥的理科产生了兴趣，后来还迷上了物理学。

## 源岁才会说话的伏特

伏特（~~1745-1827~~），意大利物理学家。~~1745~~年发明起电盘，~~1800~~年，发明电池。今天仍在使用的使电流运动的运动驱动力的单位“伏特”就是以他





的名字命的。

在意大利伦巴第住着一个没落的贵族，伏特就是这家庭中的一员。除伏特外，他的 苑个兄弟姐妹长大后都参加了神职工作。

伏特并非神童。他 源岁才会说话，甚至被家里人认为智力低下。苑岁时，他赶上了其他孩子，接着他的智力超过了他们。

伏特从小就对科学有远大的抱负， 员源岁时便决心当一个物理学家。

一个偶然的机，伏特读到了英国科学家普利斯特利的一本电学著作，激起了他对以后占据当代科学舞台的电现象的浓厚兴趣。当时，他甚至还写了一首相当不错的关于电学的拉丁文长诗。

员苑源年，伏特在科莫中学担任物理教师。第二年，他发明了起电盘。他在给普利斯特利的信中描述了他的这个发明，这个装置就是今天仍在使用的电容器的前身。

伏特的名声因此传播开去。员苑苑年，他被聘为帕经亚大学的教授，并继续从事电学研究。不久，他发明与静电有关的设备。

员苑苑年，由于以上成就，他获得了英国皇家学会的科普利奖章，被选为该会会员。

解剖学家伽伐尼是伏特的好朋友，他有一次注





意到，当电器开动时，若用金属解剖刀触一条蛙腿，就会猛然抽动。

于是他宣称有“生物电”这样一种东西，并写在一篇论电流的文章里给伏特看。

这个现象引起了伏特的重视。他反复进行这方面的实验，着手研究这样一个问题：

肌肉接触两个不同的金属时，所产生的电流究竟是由肌肉组织产生的，还是由金属本身产生的。

为了验证这一点，伏特于 1795 年决定只用金属而不用肌肉组织进行实验。

他立刻发现，电流的产生和持续与肌肉组织并没有关系。他又重复多次进行实验，证明了自己得出的这个结论。

1795 年，伏特经数年研究终于制成一种能产生很大电流的装置。他用几个盛有盐溶液的碗，彼此之间用弓形金属条连接。金属条有两类，一类为铜，另一类为锡或锌，两者间隔放置。这样便产生出一股稳定的电流，这就是历史上的第一组电池。

在此基础上，伏特又大胆进行了改进。他用小圆铜板和小圆锌板以及浸透了盐溶液的硬纸板圆片，做成体积小含水少的装置。从底部开始，往上依次为铜、锌、硬纸板、铜、锌、硬纸板……

如果将金属线接到这个“伏特电池”的顶端和





底部，电路闭合时就会有电流通过。

不久，英国科学家尼科尔森就把伏特电池付诸实际使用，用电流分解水分子。

伏特电池的发明，激发了英国化学家戴维的灵感，使惊人的研究成果不断问世。

电池的发明令伏特的名声达到了登峰造极的地步。

现在，使电流运动的驱动力的单位被称为“伏特”，就是为了纪念他而命名的。

## 做学徒的电学家法拉第

法拉第（~~1791年~~~~~1867年~~），英国著名的物理学家、化学家。在物理学中，他发现了电磁感应现象、电的本质、电解定律等。在化学中，他发现了两种新的氯化碳等。

法拉第出生在英国一个铁匠家里，他 ~~15~~ 岁时就进了里波先生开的铺子当小学徒。这个铺子经营书籍装订、出租报纸（因为那时很少有人订报，都是租报纸看）。因此，无论天气多么恶劣，法拉第都要走大街，穿小巷，给客户送报纸。当法拉第把报纸送到客户手上时，总要趁客户看报的间隙时间自己也读一段报，凡遇到看不懂的地方，就找人请





教。这样，员年下来，法拉第已经认识很多字了，也学到了不少知识。

法拉第手脚勤快，聪明伶俐，里波先生很喜欢他，就让他住在店堂楼上的小阁楼里，学习装订书籍的手艺。法拉第学得很快，又非常勤奋，装订手艺很快就赶上师傅了。

以前，法拉第送报的时候都偷空读报，现在装订图书，就更不放过了。他第一次看的是一本《一千零一夜》的故事，书里那些有趣神奇的故事把他迷住了。

从此，每一本经过他装订的书，他都要仔细地读一遍。每天晚上收工以后，法拉第就坐在工作台前，聚精会神地看书。他边看边记，看到好的插图，还临摹下来。

一天晚上，法拉第正看得入迷，一会儿发笑，一会儿皱起眉头，连里波先生进来都没有发觉。里波先生看着他那傻劲，不由得笑出了声。笑声惊动了法拉第，他回过头来，窘得脸通红，心里想，这回准得挨一顿骂。里波先生是个好心肠的人，他不但没生气，胖胖的脸上反而笑出两个酒窝，他对法拉第说：“读吧，爱读什么就读什么。订书匠只管书的外表，可是你想知道书里的内容，那没有什么坏处。”







法拉第碰上这样好的老板，心里乐开了花，他更加孜孜不倦地读书了。最使他入迷的是《大英百科全书》和《化学漫谈》。

法拉第通过看书，已经知道一根玻璃棒在毛皮上摩擦几下就能吸起纸屑，这就是“电”。《大英百科全书》中还说，可以把电贮存起来，贮存多了就可以“啪”地一下放出火花，像天上的雷鸣、闪电一样。法拉第看着这些，渴望亲自动手做实验弄懂这些科学道理的心情愈加强烈起来。

可是，做实验要有仪器和药品，穷学徒哪来的钱呢？

法拉第并不灰心，他一有空就到药房去拣人家扔掉的小瓶子，用省下的零花钱买一点便宜的药品。他抱着药品和小瓶子，兴冲冲地把小阁楼装备成实验室。书上说，贮电瓶和充电机要两个大玻璃瓶，可他拣的瓶子都太小了。

一天，在一家旧货铺里，法拉第看到了合适的大瓶子。他一点点把钱攒起来，每天都去看看，这两个瓶子还在不在。总算有一天，他买到了这两个大瓶子，像棒宝贝一样把瓶子捧回了阁楼。

每天晚上一下工，法拉第就钻进那间阁楼实验室，点上一支蜡烛，开始做实验。他面前摆着一个本子，本子上面都是用工整的小字抄录的《大英百





科全书》和《化学漫谈》上的电学和化学实验步骤。书上说，把锌放到盐酸里，能放出一种可以燃烧的气体。法拉第照着做了。果然，“扑”地一声，烧起来了，冒出蓝色的火苗。书上说，玻璃瓶里外敷上锡箔，充电以后，可以产生强烈的放电。法拉第照着做了，“啪！”真的是一个闪亮的火花。啊，法拉第明白了雷电是怎么回事。他高兴得如痴如狂，拍着手在小阁楼上又跳又叫：“成功了！我成功了！”

这时已经是半夜时分，周围的邻居听到声音都担心地议论：“那孩子深更半夜又叫又笑，莫不是精神病吧？”“那孩子中了邪，他在玩鬼火哪！”这些话传到里波耳朵里，他也担心起来。

法拉第知道后，就拉着老板上了阁楼，说：“我是照着书上讲的做实验，请你看看！”说完，他开始动手做实验，奇迹在他手里出现了！红的变蓝，蓝的变红，烟雾、火花，“砰砰，啪！”里波先生明白了，法拉第是在勤奋学习，不是在瞎玩。他拍着法拉第的肩膀说：“孩子，你这是在做科学实验，可千万要小心，注意安全呀。”

法拉第坚持不懈地研究科学知识，后来终于发现了电磁感应现象、电解定律等，为科学作出了巨大贡献。人们称他是“世界上最伟大的电学家”。





## 不要忘记居里温度

钢铁厂里的起重机械特别多，电磁起重机把成吨的生铁原料吊起，运到炼钢炉上面，切断电源后，电磁铁的磁性消失，原料就哗啦哗啦落进炼钢炉。炼钢工人把钢液倒进钢包，再通过行车把钢包运到浇钢的车间。工人把钢水注入钢锭模子，待钢水凝固后拆去钢模就得到成品——钢锭，这时行车又过来把钢锭运走，以便空出地方迎接下一批新钢锭的到来。

钢锭行车的运输效率不及电磁起重机，那么，能不能设计一个大功率的牵引电磁铁，让钢锭像生铁那样吸起来有多方便！可是，这个良好的愿望是不能实现的。问题出在钢锭本身的特性上。钢和铁都是典型的铁磁性物质，铁磁质是由许多体积极小的磁畴组成的。磁畴本身具有磁性，通常情况下各磁畴的排列方向没有一定规律，因此，铁磁质本身不显磁性。如果将铁磁质置于外磁场中，磁畴的大小、方向都发生变化。大多数磁畴按外磁场方向整齐排列，于是铁磁质被磁化，这就是电磁铁能“吸铁”的道理。

当铁磁质的温度升高时，内部分子热运动会影





响磁畴的排列，以致磁性减弱；当达到某一温度时，铁磁质将完全失去磁化性质。这个温度我们称为居里温度（即失去铁磁性的温度，也称居里点）。经过测定，铁的居里温度是  $723^{\circ}\text{C}$ 。可想而知，钢锭的温度高达  $1500^{\circ}\text{C}$ ，稍事冷却后短时间内也有上千度的高温，电磁铁也就无用武之地，不可能吸起钢锭了。

## 电视机里的“重影”

电视图像不清晰的表现多种多样。其中“重影”是很常见的一种现象，尤其在高楼林立的大城市中更是如此。人们常常会看到荧屏上正常图像的旁边，像幽灵似的出现一个、两个、甚至三四个相同的影子，这样一来，图像就变得模模糊糊了。“重影”是由反射波造成的。从电视台发送出来的无线电波是“直射波”。遇到高楼大厦时会从高楼的墙面上反射出来，形成反射波。反射波和直射波都会被电视机所接收，直射波在荧屏上显现出正常图像，而反射波就在图像旁边形成讨厌的重影。

一般说来，要是墙面不产生反射波，荧屏上也就不大会出现重影。下雨天建筑物的墙面都是湿漉漉的。因为水是导体，所以潮湿的墙面导电性能变





好了。这时，射到墙面上来的无线电波，仿佛有了一条通路，很容易通过潮湿的墙面传导流入大地，就像被墙面“吸收”掉似的，很少出现反射。这样，反射波大为减少，荧屏上的重影变得极其微弱，图像自然比较清晰。

另外，下雨天天空中充满了雨滴。车辆和工厂内的用电器具产生的电火花也会被雨水吸收，变得很微弱，它们对正常的电视图像的干扰也大为减弱，这也是电视图像变得比较清晰的一个原因。

## 微波“导演”

用过微波炉的人都赞叹微波加热好处多。它能深入到食物内部加热，而不像用铁锅只能加热食物表面，要靠食物本身的热传导才能把热量从外表传入内部。碰到像糯米粽子这样热传导差的食物，你把冷粽子放在水里煮，往往外表已滚烫，而内芯还是冰凉，但是，若将它放进微波炉里转上几分钟，就从外到里都热透了。微波为什么有如此奇效？

粮食、水、蔬菜等物质的分子都是一端带正电另一端带负电的偶极子。在通常情况下，偶极子的排列杂乱无章。可是，在这些物质的两端加上一个外电场后，它们内部的偶极子就会重新排列，带正





电的一端就趋向外电场的低电位；带负电的一端则趋向高电位。于是原先很杂乱的排列就变得十分规则了。如果再将外电场的方向作 **周期** 的改变，这时物质中偶极子的取向也随之旋转 **周期**。如果外电场是微波这样高速交变的电磁波，那么，物质中的偶极子就像一群“舞蹈演员”在微波的“导演”下作旋转。微波的频率就是偶极子们旋转的频率。偶极子在旋转时会发生类似摩擦的作用，使物体的温度随之升高。当然，这些热能是由微波的电磁能转化而来的。由于微波的频率很高，这导致偶极子高速旋转，在很短的时间内，物质内部将产生很大的热量，微波加热速度非常快。又由于这些物质都是非金属的，对电磁波不能起屏蔽作用，微波能深入到物质内部起作用，所以微波加热的效果也非常突出，能同时对物质的外部和内部都加热。

## 机器人的感觉

机器人的“感觉”来自“传感器”。机器人的自适应功能正是依赖着各式各样的传感器输入所需的信息来实现的。肯定的说，没有传感器就没有电子自动化，就没有机器人。

传感器是一种能将某种物理参数如温度、湿





度、光等非电量的变化，转换成另一种物理量参数，如电流、电压等检测装置。传感器广泛应用于科学技术，上至宇宙航天，下至深海探测，无所不用。目前应用的传感器种类极多，根据工作性质、输出效应的性质，通常传感器可分为两类，第一类叫做参量式传感器，又叫调制式传感器。这类传感器把各种被测物理量转换成电路的电阻、电感、电容的变化。第二类叫做发生器式传感器。这类传感器本身是一种电能发生器，可以直接将被测非电量转换为电动势。如压电传感器、感应传感器等等。其它还有光电传感器、伺服传感器、器件传感器等等。所有的传感器都必须要求考虑其精度、灵敏度、变换特性、可靠性以及在恶劣条件下能够正常工作。

热敏电阻在温度测量方面通常作为温度传感器，大多数热敏电阻体是由金属氧化物混合物做成的。如氧化镍、氧化锰、氧化钴、氧化铁这些金属氧化物都是热敏电阻的原材料。热敏电阻的特性在于它一旦发热，电阻就会发生变化，有的热敏电阻发热电阻变小，有的热敏电阻发热电阻变大，各有各的用途。

比如为了防止电器在开启时瞬间的电流冲击，此时的电流往往是正常工作的若干倍，很容易造成





过载或工作不稳定。在电路中加上热敏电阻，因电阻对电流的限制，起始电流不能很大，随着电流流过，电阻发热，电阻变小，电流就逐渐增大直至正常值。所以现在许多家电产品，如电冰箱、电视机，空调等都少不了热敏电阻。热敏电阻除了作电流控制或温度补偿元件还可以稳定电子线路和电动机电路。

气体传感器特别适合对气体进行检测。如烟雾传感器可以检测出含量极低的任何易燃气体或蒸气，气体传感器的内部是以半导体敏感元件为核心制作的。在敏感元件上装置了可以加热的灯丝，当灯丝加热后半导体受热氧化，此时敏感半导体会呈现出很高的电阻值。当检测器与一定种类的气体接触时，由于这些气体的“去氧化”作用，电阻会产生相应的下降，这就是半导体气体传感器的基本原理。铂线器件是常用的气体传感器之一，它是利用涂复特殊材料和未涂复特殊材料的二片铂元件，加热后电阻值会表现出明显差异的工作原理来作为气体传感器的。

光传感器的核心是硫化镉材料做成的光敏电阻，原理是电阻不同受光呈现的阻值不同。一般的光敏电阻在高速工作状态时灵敏度很低，为了解决这一问题，人们把光敏电阻与半导体的放大电路做







在一起，使灵敏度大大提高。一般在强光下光敏电阻的阻值只有数十欧姆，处于全暗状态，光敏电阻的阻值可升到  $10^6$  兆欧姆。光敏电阻可直接对光测量，做曝光表，可以用做控制路灯随光亮程度的自动开关，可与激光等光学设备结合在自动控制中加以应用。

利用光电器件对于不同波长的光线其反映不同进而发展出超声波传感器、红外线传感器等用途很广泛。现在医院做超声波检查用的探头，实际上就是超声波传感器。而红外传感器常应用于各种电器遥控器的接收端。

酸碱传感器是利用“伏打”效应制成的传感器，原理十分简单。在一根细玻璃管中用二根不同金属做成电极，当这根玻璃管插入不同电解液中，由于酸碱电解液不同得到了不同的输出电压和极性。

压力传感器是利用半导体应变片元件制成的，应变电片发生形变时，会发出相应的电性能变化，它与电桥、放大器相结合可用于测量大气压力等等。

霍尔传感器是利用半导体“霍尔效应”工作的传感器，简单说来它是半导体磁场的一种反应。当磁场进入半导体时，半导体二端会形成一定的电位





差，磁场越强，电位差就越大。如磁场进入的方向相反，那末电位差的极性也就跟着反转过来。霍尔器件传感器用于检测磁场强度十分理想，它的灵敏度为  $10^{-5}$  毫伏/高斯。我们知道变化磁场用线圈也可测出，而对于恒定的磁场，线圈则无能为力，此刻霍尔传感器则是身怀绝技了。现在电脑使用的键盘，就是在按键下面装了一块小型磁铁，当磁铁按下去的时候，磁铁的磁场靠近了霍尔传感器，霍尔传感器输出信号，打开电路。这种开关方式不会产生电接触的噪声。电子琴的脚踏控制板也采用了霍尔传感器，这种在控传感器改变音量大小，不象以往用“电位器”那样，因电位器的电阻片磨损或污染会造成噪声。霍尔传感器还可以用来制造十分精密的电子指南针等等，目前实用的“磁罗盘”指南针也有采用电子射线、电子流原理式的。

湿度传感器采用镁、铬陶瓷材料加入氧化钛制成。这种传感器材料呈现多孔、微孔分布的半导体特性。因为这种材料易于吸收水分而改变电导率，所以做为湿度传感器，反应较灵敏。当水气较少时，材料内部化学吸附形成电解层，当水气增加时，导电能力明显增高，材料内部变化为物理吸附。水气越大，电导率越大，电阻越小。相对湿度





超过**100**度时进入高湿区。传感器会出现水滴，这将影响传感器的正常工作。为此在传感器中设置了一组加热线，使传感器温度得到提高，防止了水滴的出现。

湿度传感器广泛应用于核反应堆、火力发电站、土砂测定、线路保护、抽湿机、影印、高压灭菌、造纸、药品等方面。

## 富兰克林的发现

**1752**年，在美国波士顿举行的电学实验讲演会上，有一位听众入神地听着莱顿瓶实验的故事，他就是富兰克林，这时已**34**岁。他是美国著名的政治活动家和外交家，原先当过印刷学徒工，自学成才，对自然科学很有兴趣，但直到**30**多岁，才有工夫从事电学研究。

他第一个提出电荷概念，用数学上的正负概念来表示两种电荷的性质，并且通过实验确定电荷守恒定律。大家都知道，避雷针是富兰克林的一项重大发明，由于有了避雷针，人类避免了许多自然灾害。富兰克林这项研究成果，不仅对电学的发展有重大意义，而且有助于破除人们对自然的迷信，了解雷电的真实性质。





自古以来，天电、地电互不相关，地面上人们已经进行了许多实验，对电的性质已有了解，但天上的雷电却仍是神秘莫测。到 18 世纪叶叶，不少人认为闪电和电火花类似。富兰克林也和他們一样，通过对此说明两者的相似性，不过富兰克林的认识比别人深刻，例如：他在一封书信中列举了十二条：

“电流体与闪电在如下特点上一致：（员）发光；（圆）光的颜色；（猿）弯曲的方向；（源）快速运动；（缘）被金属传导；（远）爆发时有霹雳声或噪声；（苑）在水中或冰中仍能维持；（愿）劈开它所通过的物体；（怨）杀死动物；（员园）熔化金属；（员员）使易燃物燃烧；（员圆）硫磺气味。”然而他又认为，仅仅靠对比，还不足以作出科学论断。要确证天电、地电的一致性，最好的证据是捉住天电，也就是把天电引到地面上来做对比实验。为此他提出了一个方案，在高出安一岗亭，利用尖端把低云掠过时所带的电引到地面上来。

第一个按照富兰克林建议进行实验的是法国的达里巴尔德。他在巴黎近郊马里村的高地上建造了一所岗亭，岗亭上树立起高 源英尺的铁杆。员缘年缘月员园日，黑云压天，雷雨将临，达里巴尔德和他的同事成功地把天电引进了莱顿瓶。缘月员猿





日，他向法国科学院报告了这一实验，并且说，实验的成功不但证明了闪电和电的等同性，还表明可以利用富兰克林的方法保护房屋建筑免遭雷击。

从此，到处都在重复金属尖端做避雷器的试验。富兰克林则认为，巴黎实验用的铁杆还不够高，难以证明电是从云端引下来的，一个新的思想掠过他的脑海，何不用风筝把天电引下来做试验呢？于是，他用两根轻的杉木条做成小十字架，把丝绸手帕蒙上，扎好。取一根尖细铁丝固定在十字架的一头，伸出一尺多长，拴上牵风筝的亚麻绳，亚麻绳的下端接丝绸带，在接头处挂一把钥匙。在他儿子的陪同下，把风筝放上天，只等雷雨天气的到来。1752年4月15日，他在给友人柯林孙的信中描述了实验的情况。由于雨水打湿了风筝和牵引风筝的亚麻绳，云层中的电沿湿绳传到莱顿瓶里。等雨过后，拆下莱顿瓶，再按通常的方法使莱顿瓶放电，放出的电跟用摩擦起电机产生的电毫无两样。富兰克林写道：“由此即可完全证明电物质和闪电纯属同一回事。”

富兰克林还做过一个有名的金属桶实验，目的是设法从带电的金属桶内取出电来，他用木髓球与金属桶的内表面接触，看木髓球是否带电，可是无论如何都无法使木髓球带电。富兰克林只好写信给





他的英国朋友请教，这一请教，竟导致了一个新定律的发现。这个新定律甚至奠定了电学的基础。这就是所谓的库仑定律。

## 神秘的“魔力”

相传曾经有甲、乙两个人争论过一个问题，事情的经过是这样的：

甲提了个小木箱，箱盖上有提手，箱底包了一块比较厚，的软铁。他把小木箱放在了一张和地板固定的特制的桌子上。甲轻轻地提起箱子晃动了几下，对乙说：“你别看这箱子不大，我能用魔法让它变得很重，谁也提不动，你不信可以试试。”乙说：“你别吹牛了，我的力气可大了，一个小箱子还提不起来？”于是他轻松地把小箱子提了起来，并举过了头顶。甲说：“别着急，待我向箱子使用魔法以后，你就提不动了。”这时甲发出了一个口令：“变重，”同时又做了一个手势，然后对乙说：“现在我的箱子已经有了魔力，你绝对提不起来。”乙显得很不服气，瞟了甲一眼，满怀信心地又去提箱子。可是这一次真的不顶事了，他无论如何用力，小木箱就是不动，结果还累得满头大汗，气喘吁吁，只好向神奇的魔力认输了。这时，甲在一旁





哈哈地大笑了起来。

这究竟是怎么回事呢？原来是甲在桌子里安装了一个强大的电磁铁，磁极就在桌面上，正好木箱的铁底就放在了磁极上。甲所说的“魔法”，不过是开动了一下电源开关，所说的“魔力”，其实就是电磁铁的磁力。在未通电时，电磁铁没有磁力，小木箱可以轻易地被提起来；当通上电流以后，电磁铁的磁力很大，将小木箱的铁底牢牢地吸引住了。因此，乙就提不起来了。

那么电磁铁又是怎么回事呢？最简单的电磁铁就是插入铁芯的螺线管。对它通电以后，由于铁芯被磁化而磁性会很强，一旦电流断开，电磁铁的磁性就几乎完全消失了。不管什么样的电磁铁，都是根据这一原理做成的，它的磁性强弱，与通电电流的强弱和线圈匝数成正比。也就是说，匝数越多，电流越强，电磁铁的磁性就越强，所产生的磁力也就越大。

电磁铁的磁性可以用电流的通断来控制，磁性的强弱可以用电流的强弱来调节，磁极的极性可以用变换通电电流的方向来改变。因此，使用电磁铁十分方便，在生产、生活、科学研究等各方面，都得到了广泛的应用。比如，钢厂里的电磁起重机，作为通讯工具的电话、电报，自动控制用的电磁继





电器，工业上的电磁选矿机，科学研究中的电学仪器等等，都巧妙地运用了各种形式的电磁铁所产生的“魔力”。

## 马可尼的伟大发明

在 1894 年，26 岁的马可尼发明了第一个用电磁波传递信号的无线电报，但传送的距离还不算远。当时，有些数学家认为，利用电磁波进行通信时，由于地球曲率的影响，只能局限于 1500~2000 千米的距离。但马可尼不同意这种看法，他经过认真研究，于 1895 年终于设法突破了地球表面弯曲的影响，实现了远距离的电报通信。他的方法是在英格兰西南部建了一个发报站，在相距 2000 千米的北美洲纽芬兰岛建造了一个收报站。马可尼把地空系统的天线装在了一个风筝上，1895 年 12 月 12 日，他收听到了从大西洋彼岸的英国西南部传来的“嘀嘀嗒嗒”的电报声。马可尼用电火花式发报机进行的这项实验取得了成功，又一次在全世界引起轰动。马可尼的这次成功实验，成为随后进一步发展起来的无线电通信和无线电广播事业蓬勃发展的新的起点。

1896 年，马可尼发明了磁性检波器，使传送的







信号更加逼真。这一年，他还发现由于某些无线电波靠大气上层反射传播，所以有时夜间的传播条件比白天更为有利。这样就可以进一步提高无线电电报通信的效率。1896年，马司尼建立了一个为英国和美国之间提供无线电新闻服务的通信处。几年后又开放了一个为公众服务的新闻通信处。1898年在美国纽约用无线电还转播了一个音乐会。

由于马可尼在远距离电报通信中，使用了德国科学家布劳恩的一些发明成果和新的技术，因此，在1896年，马司尼与布劳恩一起荣获了诺贝尔物理学奖。

1897年，马可尼接收到近 2000 千米之外发出的电磁波信号。之后，他又对无线电发射和接收设备进行了不断的改进，使地球上相隔遥远的两地都可以相互通信了，许多进行远距离通信的电台都纷纷建立了起来。马可尼亲眼目睹了无线电报通信的迅速发展。

马可尼的研究成果，不仅为远距离电报通信奠定了基础，而且在远距离无线电通信的几乎所有的领域中，他都有开创性的工作。

这位为人类无线电通信事业做出突出贡献的伟大的科学家。于 1907 年 7 月 9 日在意大利的首都罗马去世，享年 36 岁。意大利政府为他举行了隆





重的国葬，全世界所有电台都停播 15 分钟，纪念这位首先应用电磁波为人类服务的伟大的发明家——马可尼。

# 云雾与诺贝尔奖

1849年秋天，英国物理学家威尔逊在苏格兰一个山上度假。山顶上经常云雾缠绕、变幻万千，游客们都被这迷人的景色所陶醉，威尔逊却突发奇想，要在实验室里制造云雾。

回到实验室，威尔逊研究归纳了产生云雾的条件：一个条件是空气中的水蒸气必须处于过饱和状态，否则水蒸气不会凝结成小水珠；另一个条件是空气中要有一些“凝结核心”，通常，空气中的尘埃起凝结核心的作用，这些微小颗粒上面经常聚集了一些电荷，这些电荷会将过饱和水蒸气凝结成小水珠，无数直径很小的小水珠悬浮在空气中，构成了云雾的雾滴。

作为物理学家的威尔逊，除了弄清楚云雾的生成条件外，还在想能否利用这个发现来研究物理现象呢？**19世纪末**，人类正在进入原子时代，微观世界的新发现接二连三地问世。然而，像原子这样的微观粒子极其微小，人眼是看不见的。有什么办法





能把微观粒子的运动显现出来？威尔逊想到了云雾，在一只干净的瓶子里（即里面没有任何凝结核心）形成过饱和蒸气，这时如果有一个带电的微观粒子闯了进去，那么在其周围会凝结成一个雾滴，随着粒子的运动，在其运动轨迹上，就有一连串雾滴组成为一条径迹，这样，就把人眼看不见的微观粒子的运动轨迹，变成了人眼能看见的由一连串雾滴组成的径迹。威尔逊发明的这个装置叫“云室”，他因这项发明而荣获 1927 年的诺贝尔物理学奖。

## 会跳的木塞

当你打开热水瓶的木塞，倒了一杯开水，然后又把木塞盖上去的时候，常常会发生这样的事情，木塞象有弹簧似的，会自动地跳出来；而且你掀得越紧，它跳得越高，真象和你开玩笑一样。

是谁在捣蛋呢？原来是空气。

当你把木塞盖上去的时候，一股冷空气也钻进了瓶里，它到瓶里一受热，体积就要膨胀，由于瓶塞盖紧了，不让它自由膨胀，它就用力去顶木塞。你把木塞盖得越紧，瓶内气体的体积压得越小，因此它的压力也就越大，这样，木塞就跳得越高了。

如果你在盖木塞的时候，先把木塞放在瓶口，





留出一点缝隙，把水瓶轻轻晃动一下，让水汽微微出来，再把木塞盖紧，就不会跳出来了。

## 夫琅和费线之谜

1802年，德国年轻望远镜制造家夫琅和费在制造高质量透镜时，需要确定玻璃的折射特性，研究了大量太阳光谱。他发现在七彩斑斓的太阳光谱中有一条条暗线，共计 400 多条，其中最突出的几条他用 A、B、C、D、E、F、G、H、I、K、L、M、N、O、P、Q、R、S、T、U、V、W、X、Y、Z 等字母来标记。后人为了纪念他的功绩，把太阳光谱中的这几百条暗线称为“夫琅和费线”。

太阳光谱中为什么会有夫琅和费线？夫琅和费线标志着什么？这成了天文学上的一个谜。

1825年，德国物理学家基尔霍夫在研究太阳光谱时，把灼烧着食盐的火焰放在太阳光束经过的路途上，再让太阳光束进入光谱仪。他原以为太阳光中也有食盐发出的那种黄色光，再加上食盐火焰发出的黄色光，在光谱仪上看到的应该是更强的黄色光，结果却适得其反，在应该出现亮线的地方却出现了暗线，并且，暗线的位置恰恰与太阳光谱中原有的两条暗线 D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub> 相重合。这个现象意味着，如果亮线表示发射，暗线就表示吸收。





由此，基尔霍夫想到了太阳光谱中的几百条夫琅和费线，它应该是由太阳外层大气中包含的多种物质的吸收所造成的。例如，既然在太阳光谱的暗线  $\text{H}_{\alpha}$  中有钠的黄色特征线，那么，由此可以推断，太阳大气中必定含有钠元素。

夫琅和费暗线之谜解开了。从此开创了天体物理的新纪元。在此之前，人们通过望远镜只能观察天体的外部面貌，而无法研究天体的内在结构（例如某天体是由哪些元素构成的），因为你无法亲自到这些天体上去看个究竟。有了天体光谱的研究后，天体的构成之谜就逐一解开了。目前，已对上千条太阳光谱中的暗线作了认证，在太阳上找到了各种地球上有的元素。同时，天体物理学家研究了其他的恒星光谱，大大丰富了人类对宇宙的认识。

## 追赶时空的距离——“哈勃”

“明月几时有，把酒问青天……”千百年来，人类遥望星空，苦苦追寻着宇宙万物的变化规律。望远镜的出现，大大地开拓了人类的视野，使我们可以通过它去观察宇宙。但是，由于在地面，望远镜受到大气层的遮挡和乌云、迷雾、雨雪、昼夜等条件的限制，使得从地面上观测星云像“从湖底去





看飞鸟”，十分困难。随着航天技术的发展，科学家决定把望远镜搬上天空，搬到大气层以外去，让它无遮无挡一览无余地观测宇宙。1990年 9月 4日，随着“发现”号航天飞机的又一次升空，这个伟大的设想终于实现了。从此，地球有了一个值得骄傲的“太空巨眼”。

这个“太空巨眼”叫“哈勃”，它以美国天文学家埃德温·哈勃命名，以纪念这位天文学家在 20 世纪前半期对星系天文学和宇宙结构组成方面所作出的杰出贡献。“哈勃”是人类有史以来最大、最精密、结构复杂、设备先进的太空望远镜。它运行于距地面 290 公里高的轨道上，每 96 分钟绕地球一周。它全长 14 米，宽 7 米，重约 12 吨，其镜筒直径 2.4 米，主镜直径 2.4 米，副镜 0.3 米，装有先进的成像系统、计算机处理系统、中心消光圈、主镜消光圈、控制操纵系统、图像发送系统以及由两个长 3.6 米、宽 0.3 米、能提供 1 千瓦功率的太阳能电池板，两部与地面通信的抛物面天线等。除此之外，它还附带有宽视场行星照相机、暗弱天体照相机、暗弱天体摄谱仪，高分辨率摄谱仪、高速光度计、精密制导遥感器等 10 台科学仪器设备。按照设计，它将使人类观测宇宙的视野扩大 100 倍，可看到宇宙中 100 亿光年处





发出的光。它能观察到  $10^9$  等星，即相当于可看到  $10^9$  公里以外一支蜡烛的光。它能够单个地观测星群中的任一颗星，能研究和确定宇宙的大小和起源，以及宇宙的年龄、距离标度，能分析河外星系，确定星系间的距离，能对行星、黑洞、类星体和太阳系进行研究，并画出宇宙图和太阳系内各行星的气象图。它能观测的光谱范围之广，所提供的图像清晰度之高以及观测时间之长是任何一台望远镜所不可比拟的。美国为了研制这台世界第一号的天文望远镜，耗资  $10^8$  亿美元，用了近  $10^4$  年时间，花费了巨大的人力财力。

那么“哈勃”到底是什么样子呢？它的结构如图：

它的工作原理是这样的：来自太空中被观测目标的光线首先进入主镜，然后反射到副镜上，再由副镜射向主镜的中心孔，穿过中心孔达到主镜的焦面上形成高质量的图像，最后由各种科学仪器进行精密处理，把最终处理数据通过中继卫星系统发回地面。

然而，“哈勃”的研制及使用过程并非科学家原先设计的那样一帆风顺。中国有句老话叫“好事多磨”，用它来形容“哈勃”或许再恰当不过了，从它诞生的那一天起，便成了个“多灾多难”的不





幸者：这台空前巨大先进的天文观测设备于 1973 年研制成功，按设计要在 1975 年发射，但由于“挑战者”号航天飞机爆炸，使它上天计划一推再推，一直到 1980 年 1 月 24 日才由“发现”号航天飞机发射升空。上天后，接连不断地出现问题。首先是两个与地面通信的天线不按计划转动，地面工程师费了很大的劲儿才通过遥控使之就位。接着，它又不断地晃动，原因是当它从地球阴影中飞出来进入强烈的阳光下时，温度很高的阳光打在“哈勃”那冰冷的太阳能板上时，使之产生了微弱的蠕动，从而引起整个望远镜缓慢晃动。科学家费了九牛二虎之力总算把问题解决了，然而新的问题又出现了：为了使“哈勃”能准确地对准观测目标，科学家花了愿年心血为它编了一个“向导星表”，但由于一位电脑控制程序员的工作疏忽而忘记更改数据，结果使“哈勃”所观测的目标角度总比实际角度偏左。在用了很长时间，不断地进行软件调整使之逐步修正过来之后，一个更致命的问题让所有科学家目瞪口呆。他们发现，“哈勃”所观测的图像一直有一个“模糊圈”，经过一段时间的调查，原因终于查明了：原来，在镜片的加工过程中，一块模板被装偏了 0.3 毫米，把边缘部分多磨去了 0.3 毫米。这一误差造成了主镜面几何球形像差，







使从光轴上一点发出的光不能汇聚在同一像点上。这个从 1955 年开始粗磨，精磨到 1965 年才完成，用了 100 万个工时，使用了全美精度最高的模具的镜片，却由于操作者的失误成了“近视眼”，并且在完成后到上天的长达 10 年的时间里居然没有人认真核查修正，实在令人遗憾。

为了修复这台“巨眼”，美国国家航空和航天局（NASA）又花费巨资，制订了一套修整计划。1970 年 12 月 17 日，苑名宇航员乘“奋进”号航天飞机腾空而去，执行太空行走维修“哈勃”的重任。缘日，圆名宇航员经过 10 小时的太空行走，成功地抓回了“哈勃”太空望远镜；远日，另 圆名宇航员又进行了第 圆次太空行走，用 远个半小时，成功地更换了太阳能电池板；苑日，宇航员在第 猿次太空行走中，为“哈勃”换上了新的宽视场行星相机。新相机自身具有校正像差的功能，可使图像清晰度提高 10 倍；愿日凌晨，圆名宇航员进行了第 源次太空行走，完成了这次太空修复的主要工程，给“哈勃”戴上了一付“眼镜”——“光学太空望远镜偏差校正仪”（这付“眼镜”，或许是最贵的眼镜，它耗费了 1.5 亿美元）；怨日，宇航员进行了第 缘次太空行走，成功地把“哈勃”送回了轨道。至此，修复工程圆满完成。





“哈勃”在带病出征的几年中，为人类发回了大量珍贵的照片资料，取得了许多成果。修复后的“哈勃”是否能像科学家所希望的那样，帮助人类解开重大的宇宙之谜，追寻宇宙起源，找到宇宙究竟是有限的还是无限的等问题的答案呢？这些还需要时间来回答。

## 高空中的意外发现

1895年，英国的几位物理学家发现，在附近没有放置放射性物质的情况下，放在实验室里的几台带电的验电器，时间稍长自己也能够偷偷地把电荷放掉。最初，他们以为这是仪器的绝缘出了问题，没有在意。后来发觉，无论怎样改善仪器的绝缘性能，也消除不了这种漏电现象。这使他们感到惊诧。为了查清验电器漏电的原因，他们把验电器装在密封的铅盒子里屏蔽起来，以减少外界对它的影响和干扰。但仍未能得到根本的消除。这时，他们敏锐地认识到，验电器的漏电，一定是有某种穿透性很强的射线，穿过室内引起空气电离造成的。此后多方面的观测发现，不仅仅是在实验室内，而且靠近地面的整个大气层都处于微弱的电离状态之中，这表明，引起空气电离的射线是无所不在的。





当时，对这种射线的来源有一种解释，认为它是由散布在地壳中的微量的天然放射性元素发射出来的。这种说法对不对呢？

这个问题引起了瑞士物理学家高凯耳的深思。他想，如果这种说法正确的话，那么，这种来自地壳内的射线的强度，就应当随着离开地面高度的增加而减弱，而在射线达不到的高度上，空气就应当不再是电离的——可以设想，带到这样高度以上的高空中的验电器，将会完全停止放电。为了证实这一点，~~1895~~1895年，他带着验电器亲自去高空做了一次实验，气球在一千米的高度内升高时，高凯耳看到验电器放电的速度逐渐减慢下来了，不过还不是预料中的完全停止了放电的那种情况。气球继续在上升，两千米、三千米……气球越升越高，可是验电器呢？不仅一直没有停下放电的“步伐”，放电速度反而越来越快了！

高凯耳这次实验的结果是如此令人不解和出乎意料，致使有关这次实验的报导，受到同行们的怀疑。为了弄清事实的真相，许多科学家决心重复高凯耳的实验。从 ~~1895~~1895~~~1903~~1903年近十年的时间内，奥地利物理学家赫斯和德国物理学家科尔霍斯特等人，先后用气球升到更高的空中进行了探测实验。结果发现，气球升得越高，空气电离越厉害，比





如，在 ~~2000~~ 米的高空，空气的电离量比地面大两倍，而在 ~~2000~~ 米的高空，空气的电离量竟比地面大十倍！

这几位科学家在高空中进行的实地观测表明，引起空气电离的射线决不会来自地下，而只能来源于“天外”。进一步的观测还表明，这种天外飞来的射线，与太阳、月亮、行星或天河的位置无关，而是发源于整个宇宙空间。因此，科学家就称它为宇宙射线。

## 幽灵粒子

幽灵粒子，是指中微子。中微子很神秘，一个小小的粒子，居然能穿过地球。从太阳出发的中微子，只要 ~~10~~ 分钟就可以到达地球。~~1000~~ 亿个中微子与地球相遇，几乎全部都能顺利地穿越地球，再次进入茫茫的宇宙之中，只有 ~~1~~ 个中微子可能与地球上的原子发生作用。

说它神秘，还因科学家猜想，宇宙中的中微子，像一个幽灵在飘荡，怎么也捉不到它。本世纪初，在研究放射物质的时候，人们注意到，原子核放出一个电子（或正电子）的时候，会带走一些能量。可是，仔细地算一算，损失的能量比电子带走





的能量大，有部分能量丢失了。就像钱包里的钱丢失了一部分，是被小偷窃走了，能量丢失，也是一宗失窃案。

丢失能量，不论是怎么丢失，丢在哪里，在物理学家看来，都是严重的大事，令人头疼。物理学中有一条重要定律，即能量守恒。按照这条定律，能量是不会丢失的，如果证实是丢失，是亏损，那么能量守恒定律就靠不住了，不少的物理学理论就会垮掉。

事关重大，一定要侦破失窃案，查明能量是怎么丢失的，是哪个小偷窃走的。

1927年，奥地利物理学家泡利出来说话了，说是放射物质的放射线  $\beta$  中，不仅有电子，同时还有一种我们尚不认识的粒子，这是个未露面的“小偷”，就是它带走了丢失的能量。大物理学家费米十分欣赏泡利的观点，还给这种未露面的粒子取了个正式名字：中微子——中性的微小粒子。

在当年，科学家发现的基本粒子非常少，对中微子的理论，大多不相信，甚至认为，这只是找个理由来维护能量守恒定律，保住物理理论大厦。至于那个“小偷”，犹如幽灵，是抓不到的。

捕捉中微子的工作，比设想的要困难得多。中微子是中性的粒子，不带电，不参与电磁作用，不惹





是生非；它的运动速度很快，接近光速，穿透力强，来无踪去无影。从假设存在中微子，直到捕捉到手，共用了 19 年的时间。

首先是中国科学家王淦昌写论文，提出了《探测中微子的建议》，设想了一个探测方法。这是 1957 年，王淦昌很年轻，风华正茂。他的建议，为一位美国科学家接受。通过实验证实了丢失的能量确是被中微子带走了。

经过漫长的搜寻过程，1962 年，美国科学家柯文和莱因斯宣布，他们捉到了中微子。他们做了一个很大的探测器，埋在一个核反应堆的地下，埋得很深，经过相当长的时间，测到了从核反应堆中放出来的中微子束。

十几年以后，人们才捕捉到从宇宙空间射来的中微子，科学家做了一个直径 30 米的大桶，埋在一个很深的金矿中，构成一架“中微子望远镜”，也捕捉到了中微子。

神秘的中微子终于露面了，然而，科学家仍然没有完全看清它的真面目，留下了一些新的难以破解的谜。

在探测中微子的时候，科学家的第一个感觉是数量不够，总是比预期数量少，而且“漏网”的数量很大，为什么不能全部捕捉到呢？





再一个重大问题是：中微子的质量问题。质量，静止质量是粒子的重要性质，确定其它各种粒子的质量，没有什么困难，顺顺当当地解决了，唯有中微子的质量怎么也定不下来。在科学界，有种种不同认识，还有种种相互矛盾的观测记录。中微子，仍然保留着神秘的色彩。

有人说，中微子的质量是零，因为没有质量，中微子才能在真空中以光速运动。这是根据美籍华裔科学家杨振宁和李政道的理论进行分析，得出来的结论。

当然，也有怀疑的人，说这个问题要通过实际观测来确定。在前苏联和美国都有科学家在进行脚踏实地的测定，同时宣布说，已经测到了中微子的质量，并把数据列举了出来，好像已经找到可靠的证据。过了几年，由别人来重复他们的实验，数据又变了，好像应该是零。实测结果并不确定，依然定不下来。



1987年，天文学家观测到空间有一颗超新星爆炸，爆炸以后必然会抛出大量中微子，总有一部分中微子从宇宙空间闯到地球上来，科学家们纷纷启动仪器进行观测。观测结果千差万别，有的说中微子是有质量；有的说质量非常小，几乎没有；有的则明确地说，质量为零。





中微子，微小，渺小。它那么轻，轻得没有质量，却留给人们一连串谜。科学家们非常重视这些谜，不仅物理学家关心，天文学家也关心。

宇宙间的各个星系，往往聚集成星系团，这是因为各星系之间存在着强大的引力。如果没有强大的引力，就不会聚集成团，而会走向分离，越来越远。

这个强大的引力从哪儿来？大家都认为来自星系的质量。可是，仔细计算一下，问题又来了：星系的总质量不足以提供那么强大的引力，最多只能提供，短缺的质量达到.

从哪儿去寻找那些短缺的质量呢？

从宇宙中密度极大的中微子身上去寻找，只要中微子有质量，就可以弥补那些短缺的质量。

这些想法正确吗？不敢说。中微子原来像个幽灵，难以寻觅；现在捕捉到手，却又那么神秘，留下了一连串谜。

## 引力波的最早检验

人们所熟知的万有引力的本质是什么？牛顿认为是一种即时超距作用，不需要传递的“信使”。爱因斯坦则认为是一种跟电磁波一样的波动，称为







引力波。电荷被加速时会发出电磁辐射，同样，有质量的物体被加速时就发出引力辐射。这是广义相对论的一项重要预言。但引力波那么微弱，茫茫宇宙，到哪里去寻找它呢？

1974年美国马里兰大学教授韦伯发表了证实引力波存在的消息，这引起世界物理学界一阵狂热的激动。事情是：韦伯等人制造了远台引力波检波器，分别放在不同地点，进行长期的检波记载。结果发现在各台检波器上都记录到一种相同的、不规则的“扰动”，并证明它并不是由声学振动、地震、电磁干扰或宇宙线干扰等引起的。因此他们认为，“不能排除，这就是引力波”。之后许多国家的科学家采用各种方法企图证实宇宙深处的同样“来宾”，但终未得到肯定的结果。于是激动之余，便只能叹息罢了。

以后射电天文学的蓬勃发展给物理学家们开辟了新的探测途径。射电望远镜的探测本领比光学望远镜强得多。美国天体物理学家泰勒等人在六年前，靠着射电望远镜发现了一个双星体系——脉冲射电源（ $\text{PSR B1509-58}$ ）。按照广义相对论计算，双星相互绕转，发出引力辐射，它们的轨道周期就因此而变短，（ $\text{PSR B1509-58}$ ）的变化率为  $\frac{\Delta P}{P} = -4.2 \times 10^{-8}$ 。而在前年，他们也是采用精密的射电仪器，





由实验得到观察值为原(椭圆轨道)伊瓦<sup>1917</sup>，与理论计算值在误差范围里正好符合。这可以说是引力波的第一个定量证据。

上述消息传开，引起世界物理学界更大的激动。科学家们信心倍增，为欢迎引力辐射这位宇宙“娇客”，将开展更为广泛的探索研究。因为对引力波的探测不仅可进一步验证广义相对论的正确性，而且将为人类展现出一幅全新的物质世界图景，茫茫宇宙，到处有物质，到处有引力辐射。约1917年前对电磁波的验证，使人类从此进入电子时代，取得惊天动地的巨大成就；那末，让我们设想一下，要是有一朝一日，引力波被完全确证，人类社会将会发生怎么样的深刻变化呢？

## 计算机参与战争

计算机可以参加战争这是一件很稀奇的事，一般人也很难理解，但现在确实已经变成了现实。

1954年春天，以美国为首的北约违犯国际有关公约，向南联盟进行了疯狂的空袭。在持续76天的战争中，以美国为首的北约先后调集了1500多架战机轮番轰炸，南联盟也使出了所有武器全力反抗。





战争结束后，美国声称只损失了 圆架战斗机。而南联盟方面则公开表示：共击落 远架战斗机、猿架无人驾驶机、苑架直升机，拦截 圆愿枚巡航导弹。

他们两家谁说的对呢？下面的情况可以帮助我们进行判断。

南联盟坚持说打下上百架北约的飞机，但只公开播放了被击落的 云原员藏粤隐形战斗机的残骸录像。对此，南联盟领导人解释说，由于南联盟境内地形复杂、条件有限，许多被击落的飞机无法录像，但南军清楚地从雷达屏幕上看到许多北约飞机被击落。

而美国在国防部拿出的一份绝密报告中指出，在南联盟境内的科索沃战争期间，美国成功地用假目标迷惑了南联盟防空部队的雷达识别系统。计算机作为一种新式武器首次被投入战斗，并成功地欺骗了南联盟的雷达和防空导弹。研究发现，南联盟发射的导弹大多命中了目标，但这些“目标”都是假目标，原因在于美国的电子专家侵入了南联盟防空体系的计算机系统。当南联盟军官在雷达屏幕上发现有敌机目标时，天空中事实上却什么也没有。除了几架无人驾驶机之外，南联盟实际上只打下 圆架美国战机，一架是 云原员藏粤隐形战斗机，一架是





云原远战斗机。在美军共出动的猿猿四架次飞机中，被打下来的飞机只有这圆架。

美国的战略学家们将这种新型作战模式的出现视为“一次军事革命”，并认为，随着这一革命的深入发展，战争将可能不再依靠使用炸药和炸弹来决定胜负。目前，这种新型的“计算机战争”的各项准备工作正在迅速进行，而这些工作的进行主要取决于计算机的硬件和软件的发展水平。专门研究这种“计算机战争”的美国中央情报局和国家安全局，都得到美军各兵种和联邦调查局的大力支持，

几年前，还没有人认真对待这种新型的“计算机战争”，但是现在美国有成千上万的专家在研制数据武器、受到信息攻击后的早期预警系统以及防御系统。美国从事军事秘密情报报道的记者约翰·亚当斯在其最新出版的新书《下一次世界大战》中明确提出：下一场世界大战将是“计算机战争”。这种新型的战争主要标志是“计算机成为武器”和“战场无处不在”。

亚当斯在他的书中还披露：作为当今世界上惟一的军事超级大国，美国经常通过模拟演习和军事演习来检测信息战的威力，企图在未来的“计算机战争”中；掌握主动权。美国的这些做法，早已引起了各国军事专家们的密切关注。





## 电磁波与军用航天器

1957年，前苏联发射了第一颗人造地球卫星，动摇了第二次世界大战后居于霸主地位的美国在科技领域中的领先地位。此后，前苏联又首次发射了载人宇宙飞船，实现了宇宙飞船在太空对接，登上了月球等等。众所周知，美国对此是持敌对的态度。为了维护其霸主地位，继续称霸世界，美国和前苏联在宇宙空间展开了激烈的竞争。时至今日，虽然前苏联已经解体，但是多元化的世界仍然动荡不安。各国军用航天器在太空这个更为广阔的“战场”上，进行着更为激烈的较量，太空争夺战时刻都在进行着。

那么，到底什么是军用航天器呢？军用航天器是指在地球大气层以外，沿一定轨道运行，应用于军事领域的各类飞行器的总称。其中，包括各种类型的军用卫星、航天飞机、航天站等。此外还有环绕月球和在行星际空间运行的航天器材，如月球探测器、月球载人飞船和其他行星际探测器等。

军用航天器大多数以一种像圆一样的轨道绕着地球飞行，不过它距离地球的远近随其具体任务的不同而不同。例如，军用侦察卫星要求低轨道运





行；而军用通信卫星则要求高轨道运行，这样就保证有较大面积的通信覆盖面积。

随着军用航天器的出现和使用，太空也成了战场，美国和前苏联都配备了太空部队。电视里看到的《星球大战》将不再是科幻动画片，不久将成为现实。

当前，搜集军事情报的手段十分多，其中应用最广泛的要算是军用侦察卫星了。据统计，在人类发射的全部卫星中，军用卫星大约占 1/3 以上；而军用侦察卫星又占军用卫星的 1/3 以上。

为什么军用侦察卫星如此受到人们的重视呢？这主要有三个方面的原因：第一，军用侦察卫星受到的地球引力就可作为它环绕地球运转的向心力，无需其他能源，这是一般侦察仪器所不能比拟的；第二，军用侦察卫星运行速度快，若按 7.9 千米/秒的第一宇宙速度计算，它的速度是火车的几百倍，是现代超音速飞机的 10 倍，一个半小时就可以绕地球运行半圈；第三，军用侦察卫星居高临下，侦察范围广，在同样的视角下，卫星所观察到的地面面积是飞机的几万倍。此外还有，卫星的运行高山挡不住，大海隔不断，风雨无阻，又无超越国界等问题。

军用侦察卫星大体上可分为五类：照相侦察卫





星，电子侦察卫星，导弹预警卫星，海洋监视卫星和核爆炸探测卫星。

照相侦察卫星发展最早，数量也最多，技术也最为成熟。照相侦察卫星是以可见光相机和红外相机作为遥感的手段。可见光相机的分辨率高；红外相机可揭露伪装，照相真实。此外，还有便于识别目标的多光谱照相系统和不受天气影响的微波照相系统。利用卫星对我国全境拍照，只需拍 ~~几千~~ 多张照，用几天时间就行了；若用高空飞机对我国全境照相，需要拍 ~~几百万~~ 多万张照片，得花费 ~~几年~~ 年时间。由此可见，通过电磁波手段利用照相卫星进行侦察具有很大的优越性。它的缺点是只能沿预定的轨道飞行，难行根据需要改变运行路径去跟踪目标，因此获得的情报是不连续的，照片回收技术也比较复杂。

电子侦察卫星是利用电磁波信号进行侦察，卫星上装有侦察接收机和磁带记录器。卫星飞经目标上空时，将各种频率的无线电电磁信号记录在磁带上，当卫星飞行自己一方上空时，回收磁带将信息传回地面。这种卫星可以侦察敌方防空和反弹道导弹雷达的位置、使用的频率等性能参数，从而为自己一方的战略轰炸机和弹道导弹的突防和实施电子干扰提供依据。电子侦察卫星还可以探测敌方军用





电台的位置，窃听其通信。电子侦察卫星的缺点是：地面无信号时，它就无法侦察敌情；地面的雷达电台或电子信号过多时，又难以识别有用的信号，因而易受假信号的欺骗和干扰。

导弹预警卫星是探测导弹发射及飞行情况的卫星。卫星上装有红外线探测器，以便对敌方进攻的导弹上尾焰发出的红外辐射进行探测和跟踪。卫星还装有远摄镜头电视摄像机，以便向地面及时传输电视图像。预警卫星可以争取较多的预警时间，比如，对洲际导弹可取得 10 分钟预警时间，对潜地导弹可取得 5 分钟预警时间。

海洋监视卫星主要用来监视水面舰船和水下潜艇的活动，有时也提供舰船之间、舰岸之间的通信。海洋监视卫星主要包括电子侦察型和雷达遥感型。前一种实际上就是电子侦察卫星，不过收集的信号是水中舰艇发出的无线电波；后一种卫星上装有大孔径雷达，可以不依赖对方发射的信号而主动探索目标，其精确程度比电子侦察卫星更高。前苏联和美国在这方面的技术占据着领先地位。

核爆炸探测卫星主要用于获得别国发展核武器的重要情报。卫星上的特殊设备可用于探测核爆炸的各种效应，并进行综合分析，推断出核武器的发展动向和相应的攻防能力。







军用侦察卫星在现代战争中发挥着重要作用。

1973年10月中东战争中，埃及军队攻势凶猛，突破了以色列的“巴列夫防线”，收复了西奈半岛，直冲向以色列的首都。这时，美国的侦察卫星发现埃及军队第二、三军团的接合部是个薄弱环节，便迅速将这一重要情报提供给以色列，使以色列军队果断地切断了埃及军队的后勤补给线。也正是在这个时候，前苏联首脑柯西金带着苏联卫星拍摄的中东战争的有关照片飞往开罗，劝说埃及停火。

在1991年的海湾战争中，美国就是从各种军用侦察卫星上监测出伊拉克的军事力量的部署和动态，为取得战争胜利提供了坚实的保障。

目前，军用侦察卫星系统发展的动向是：多种遥感器同时并用，开发新型的遥感器，进一步提高实战侦察能力。随着科学技术的发展，侦察卫星的作用越来越大，已成为国家安全的重要保障。

军用航天器这个大家族中，还有两个重要成员，这就是航天飞机和航天站。

航天飞机能够在太空飞行。它的前段有驾驶舱和生活舱，温度在15℃左右，可容纳猿~苑人生活苑~猿天；中段是有效载荷舱；后段是发动机。它实际上是一种卫星式载人飞船，它可以在空中发射、维修、回收各种卫星，并能攻击和捕获敌





方卫星，还可以在太空作战时担任指挥。

航天站是供航天员进行空中巡逻、长期工作和居住的大型航天器。宇航员的往返由载人飞船或航天飞机保障。航天站就像一个大型旅馆飘浮在太空中，又好像是设立在太空中的哨所。这种特殊的哨所，是由前苏联在 1967 年 4 月 12 日第一个发射成功的。我国于 1970 年 4 月 24 日发射了第一颗人造地球卫星。到 1982 年 9 月 9 日为止，共发射 15 颗人造地球卫星。我国是世界上能发射并能回收地球同步卫星的少数几个国家之一。但是，我国至今还没有航天站，就是在载人宇宙飞船方面，也还是处于研究和试验阶段。然而，我们应当看到，我们在高科技方面的发展速度是比较快的，在不远的将来一定能够赶上和超过世界先进水平。

如今，通过卫星在太空进行间谍战的序幕已经拉开，而且大有愈演愈烈之势。过去人们认为是绝对和平的空间——太空，如今实际上也已经变成了战场。而在争夺太空的战争中，尖端的武器就是军用航天器。在过去的战争发展史上，人们曾认为“能称霸海洋的国家便可称雄世界”，为此必须具有强大的舰队；后来又有人认为“能具有制空权的国家便可称霸世界”，为此必须具有强大的作战机群队伍。如今，人们的观念又有了更新：只有掌握了





制太空权，才能在未来的太空大战中取得主动权，为此必须具有最先进的航天器技术和具有强大的航天器群组。一两个超级大国正是看到了这一点，所以才在航天器技术方面，进行着越来越激烈的竞争，妄图霸占太空，进而独占世界。

## 法拉第的发明

法拉第是英国一位穷铁匠的儿子，~~15~~8岁就开始就当学徒，没有受过正规的学校教育，完全靠自学成才，是一个有许多重大发现的人。他的许多实验结果虽然没有数学证明，但从数学上来说，也是相当正确而优秀的。他 ~~1820~~1821年发明了电动机，~~1826~~1827年完成了液气氧化实验，~~1828~~1829年发现了苯，~~1831~~1831年发现了电磁感应现象并以此制造了发电机，不久又发现了电解法则。后来，法拉第几乎做遍了电与磁的所有实验，发表了很多研究成果，在 ~~19~~18世纪里他获得的发明专利之多，仅次于后来的“发明大王”爱迪生。因此，被世人誉为“电气学之父”，这对法拉第来说是当之无愧的。

法拉第发现电磁感应现象的情况是这样的。将一根条形磁铁放在连接有电流表的线圈中，这个电流表的零点在刻度盘的中央位置上，以便能表示





电流的大小和方向。若磁铁不动，则电流表的指针指在零点位置上。若将磁铁拔出和再插入，则会发现电流表的指针会向着两个不同的方向偏转，这表咀由于磁铁的拔出和插入，在线圈中产生了方向相反的电流。由此可见，只有当磁铁处在运动中时，电流表才能表示线圈中有电流存在。而且，磁铁移动得越快，指针偏转的角度越大，因此电流也就越大。这种电流叫做感应电流，产生感应电流的过程，就叫做电磁感应现象。在电磁感应现象中，影响感应电流大小的因素，除了条形磁铁相对于线圈运动的快慢以外，另一个因素就是线圈内电线绕的圈儿数的多少，圈儿数多几倍，产生的感应电流也就大几倍，相反，如果圈儿数减少，则感应电流也就要成比例也减小。

电磁感应现象告诉我们，通过线圈所包围面积的磁场通量发生变化时，在线圈中也能产生电流，这正好是与电流（运动电荷）产生磁场相反的过程。这就从另一个方面揭示了电与磁密不可分的关系。由此，法拉第预感到：电与磁不仅有着密切的联系，而且在一定的条件下可以相互转化。但是，由于法拉第数学基础差，他的想法和观点，虽然有实验事实为根据，但缺少数学上的证明，使人感到遗憾。他在论文里只习惯于用比喻手段生动地进行





说明，而常常不使用数学式来表示。因此，当时科学界普遍认为法拉第是个优秀的实验家，而不是一个好的理论家。对于习惯用数学式来思考和解释问题的科学家们来说，法拉第的理论变得难以理解，因此，法拉第的电磁感应也在不被理解中逐渐被人们所遗忘；而法拉第所预感到的电与磁以及磁与电的转化关系，也没有引起科学家们应有的重视。然而，法拉第的贡献是开创性的。后来，麦克斯韦正是在法拉第工作的基础上，通过数学的手段建立起了电磁场理论的完整体系。

## 麦克斯韦的发现

真理是会被埋没的，总有一天会放出光芒。就在法拉第发现电磁感应现象并发明了发电机的1831年，在英国的一位著名的律师家里，降生了一个小生命，他的名字叫麦克斯韦。麦克斯韦从小家中富有，聪明好学，尤其是数学天才突出，13岁时就发表了数学论文，他的才能在少年时代就露出了光芒。1850年他进入英国剑桥大学学习数学专业，1856年以优异的成绩毕业。麦克斯韦大学毕业以后，便开始了电与磁理论的研究。

这个时候，法拉第发现电磁感应已经有 40 年





的了。法拉第始终认为，磁场变化时能产生电流，而电力和磁力都是通过某种媒介物而传递的。但是，大部分科学家认为不是这样，有的还提出了与法拉第认识才舛的一些观点。可见，当时的电和磁的理论，在一些主要观点上争论还是很激烈的。

麦克斯韦是个很有主意的人。这时他下定决心对法拉第没有数学根据的观点进行深入的考查。他说：“如果迄今为止没有数学证明这一理论，那么让我去做这一工作吧！”

1855年麦克斯韦完成了名为《论法拉第的力线》的数学论文，第一次从数学上证明了法拉第理论的正确性。1861年麦克斯韦又发表了名为《论物理的力线》的论文，得出了“电或磁的波动是光的一种”的重要结论。他用数学的方法证明了变化的电场能产生磁场，变化的磁场也能产生电场，他把电场与磁场的这种波动，就称为电磁波。他用数学的方法还证明了电磁波与光是同样的物质，两者的传播速度也相等。

1864年，麦克斯韦又发表了一篇非常重要的文章，题目是《电磁场的动力学理论》。在这篇文章中，麦克斯韦对法拉第等人和自己的研究工作进行了系统而概括的总结，提出了联系着电荷、电流、电场、磁场的一个完整的数学方程组。后来，有人





对这个方程组又进行了一些加工和整理，成为了电磁场理论的基本方程，人们把它叫做麦克斯韦方程组。由这个方程组得出的结论，大体上有以下几个方面：①不仅变化的磁场能产生电场，而且变化的电场也能产生磁场；②只要有变化的电流，就有变化的电场和变化的磁场在空间的传播，从而形成电磁波；③电磁波中的电场和磁场相互成 $90^\circ$ 度角，而且又都和传播方向相垂直；④电磁波的传播速度始终是一定的，它总是以光的速度传播，1秒中就可以走 $3 \times 10^8$ 万千米。

麦克斯韦的上述观点，是用纯数学方法阐述的，被称为电磁场理论基本方程的麦克斯韦方程组，也是用纯数学方法建立起来的理论。由于当时还没有在实验中获得电磁波，因此仍有不少人怀疑麦克斯韦的理论，也不承认电磁波的实际存在。

## 赫兹的试验

1887年，在麦克斯韦用数学式证明了电磁场理论之后，在科学家中看法并不统一。支持派认为，麦克斯韦的数学证明十分严密，结论是可信的；反对派认为，虽然数学上严密，但没有事实上的证明，电磁波的真实性的真实性还不能相信。双方进行着激烈





的争论，但遗憾的是谁也没有充分的理由来驳倒对方。

就在这种情况下，支持派中的一些年轻人，决定通过实验的方法来获得电磁波，这当然是一个十分困难的问题。

当时在德国波恩大学任物理学教授的赫兹，认真阅读了麦克斯韦关于研究电磁波的书，并于1887年着手于对电磁波进一步深入研究。他大胆地设想：如果想办法撞激电火花，使它周围产生电振动，这种电振动肯定会向四面八方传播，那么，可不可以火花周围捕获一些振动，再用来撞激别的火花呢？赫兹带着这个问题，开始了企图通过实验的方法获得电磁波的研究工作。

赫兹的实验其实很简单。他利用一个与感应线圈连接着的没有闭合的电路作为振动器，这个电路中包括了两根金属放电杆，每根金属杆的一端安上一个金属球，作为放电器，再将装在莱顿瓶中的电进行放电，则在两个金属球之间就激起了火花。这时就能发现在几米远的地方开路金属环两个金属球之间，也出现了火花的闪现。也就是说：如果使莱顿瓶放电，则突然增大的电流就像蛇一样来回振动起来，这就说明有变化的电磁场向四周传播，电磁波弥漫在了整个空间，进而引发在较远处的开路







金属环两个金属球之间产生了火花。这样，赫兹终于在 1887 年通过实验的方法，成功地捕捉到了电磁波，从而证明了麦克斯韦预言电磁波存在的正确性。赫兹于 1888 年发表了他的实验结果，当时他还很年轻，只有 30 岁。

在这之后，赫兹又用实验的方法证明了电磁波与光有同样的特性；电磁波的传播速度等于光速；电磁波能跟光一样，遇到金属板可以反射。由此说明了光也是电磁波的事实。赫兹还测出了自己实验中所获得的电磁波的波长为 1.5 米。

赫兹实验有着非常重要的意义，它从根本上证明了法拉第预感和麦克斯韦理论都是正确的。但可惜的是在赫兹发表他的实验成果的 1888 年，法拉第已经去世 34 年，麦克斯韦也去世 10 年了，他们都未能看到赫兹实验成功的这光辉的一幕，但历史将永远铭记他们。

赫兹实验的成功，开创了人类对电磁波应用的新时代。遗憾的是，赫兹对电磁波的应用不感兴趣。有人曾经多次问他：“是否将您的发现用于电信呢？”赫兹总是回答说：“我认为这不太可能。”

1889 年，年仅 31 岁的伟大的实验物理学家赫兹，与世长辞了。他没有能看到电磁波用于无线电通信，更没有能看到电磁波的广泛应用和对人类社会





会的发展带来的巨大影响。

## 轮船的“刹车”

汽车、火车有“刹车”，自行车有“刹车”，连飞机也有“刹车”（滑行轮上有“刹车”，有的在尾部还能放出减速伞），唯独轮船没有听说有“刹车”。

其实轮船的“刹车”有三种，一是抛锚，当轮船靠码头或在航行途中发生紧急情况需要停止前进时，就可以通过抛锚来达到目的。二是它的主机可以开倒车，利用倒车的反向速度来抵消因惯性而保持的正向速度。三是逆水行舟，利用水流的速度抵消轮船的速度。

如果你多次乘过轮船，就会发现一个有趣的现象，每当轮船要靠岸的时候，总是设法把船头顶着流水，利用逆向水流的减速作用，慢慢地向码头斜渡，然后再平稳地靠岸。尤其是在大江大河里顺流而下的船只，当它们快要到达港口码头时，都会先绕一个大圈子，使船逆水行驶以后，才慢慢地靠岸。船靠码头时为什么要“逆水行舟”呢？从相对运动的角度来看是不难理解的。因为顺流靠岸时，船对岸的速度等于船速加水速；而逆流靠岸时，船





对岸的速度等于船速减水速。显然，前者要比后者大得多。既然目的是要使船停下来，究竟是大的速度容易变零？还是小的速度容易变为零？当然是后者。

在船靠岸的实际操作中，上述三种方法往往结合在一起运用：先是“逆水行舟”，继而“倒车行驶”，最后“抛锚泊岸”。

## 太空饮食店

随着宇航事业的发展，在太空中开设饭店已不是遥远的事了。不过，在太空中吃喝可不是一件简单的事。

首先，太空面包不能像地球面包那样大，然后一片一片切开来吃。因为切面包时总有面包屑，在太空失重世界里，那些面包屑在空气中四处飘浮，被人吸进气管，就会酿成大祸。因此，太空面包必须做成像糖果那么大小以便让顾客一口一只地囫囵吞“包”。

在太空当然也可以用刀叉吃牛排，不过要注意两点：牛排、蔬菜之类的食品必须先加工好，并拌上胶汁调料，使它们能粘在刀叉和勺子上，不然，这些大块食品也很容易“满天飞”；刀叉等餐





具不用时，不能随意放在桌子上，否则它们会飘浮在空中，一经碰撞，这些金属物会像子弹一样飞出去，损坏室内的仪器、仪表，所以，“太空餐桌”上都备有一些小磁铁，餐具不用时就用小磁铁把它们吸附在餐桌上。

在太空中喝酒不可能像地面上那样，把酒从酒瓶倒入酒杯，因为硬的玻璃酒瓶在太空中是倒不出酒来的，而且即使有酒从酒瓶中溢出，也成了雨滴一样的小水珠，飘向四面八方。因此，“太空酒瓶”必须是软包装的，还必须一小节一小节地彼此隔开。饮酒时剪开软管的头部，把软管放入嘴里，再用手捏住球状的盛酒器，用力挤就能让酒进入自己的嘴中。

## 石块投水之后

在一次科学会议上，有人向伽莫夫博士、原子弹之父奥本海默和诺贝尔奖金获得者布洛赫这三位大物理学家提出一个问题：一只装着石块的船浮在游泳池中，船上有一人将石块抛入水中，池中水面的高度将发生怎样的变化？三位大物理学家由于没有仔细考虑，结果都作出了错误的回答。

这个问题初看很简单，其实却是复杂的。石块





被投入水中后，石块将侵占原来被水所占据的空间而使池中水面上升；但船却因载重减小而向上浮起，从而使池中水面下降，这里既有使水面上升的因素，又有使水面下降的因素，因此，对这个问题不作仔细的分析就不能得到正确的答案。

当石块在船上时：船、人、石受到的总浮力 越船、人、石所受的重力

当石块投入水中后：船、人、石受到的总浮力 越船与人所受的重力 垣与石块同体积的水所受的重力

因为石块所受的重力比同体积的水所受的重力大，所以当石块投入水中后，船、人、石受到的总浮力小于石块在船上的总浮力。我们都知道，浸在流体中的物体受到向上的浮力，其大小等于物体所排开流体所受的重力，这就是阿基米德定律，现将它应用到我们的问题中来。总浮力较小，被排开的水的体积就较小，池中水面就较低。所以我们的结论是：船上的人把石块投入水中后，池中水面的高度将降低。

## 水枪与水炮

说来你也许不相信，一股细细的高压水流能射



摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇



穿 ~~10~~毫米厚的钢板，恰似具有和炮弹一样大的威力。这是一种叫“水炮”的高压发生器射出的高压水细射流，它的直径只有 ~~10~~毫米，但速度高达 ~~1000~~米/秒！这样的高速是怎样产生的？

这种水炮采用电、液压或压缩空气作动力，先将水炮中的活塞向喷嘴的另一端移动，使气体压缩。积蓄能量，然后突然松开活塞，由于气体的膨胀，使活塞迅速冲向喷嘴，在极短的瞬间里，将封闭的水推挤出去。如果释放的时间是蓄能时间的 ~~10~~倍，就能获得 ~~1000~~倍的瞬时功率。用于切割时它所产生的压强高达几百兆帕。

如果只需要几十兆帕的高压水细射流，这只要用一种叫柱塞泵，的“水枪”就行了。电动机通过曲柄、连杆和十字头，使一只柱塞在泵内往复运动，挤压泵内的水，产生高压水，其原理与打气筒打气一样。如果高压水从一只直径很小的喷嘴里射出来，就成了一股高压水细射流。用这种柱塞泵能产生压强为 ~~1000~~兆帕以下的高压。

## 船吸现象

~~1956~~年秋天，“奥林匹克”号正在大海上航行，在距离这艘当时世界上最大远洋轮的 ~~100~~米远





处，有一艘比它小得多的铁甲巡洋舰“豪克”号正在向前疾驶，两艘船似乎在比赛，彼此靠得较拢，平行着驶向前方。忽然，正在疾驶中的“豪克”号好像被大船吸引似地，一点也不服从舵手的操纵，竟一头向“奥林匹克”号撞去。最后，“豪克”号的船头撞在“奥林匹克”号的船舷上，撞出个大洞，酿成一件重大海难事故。

我们知道，根据流体力学的伯努利原理，流体的压强与它的流速有关，流速越大，压强越小；反之亦然。用这个原理来审视这次事故，就不难找出事故的原因了。原来，当两艘船平行着向前航行时，在两艘船中间的水比外侧的水流得快，中间水对两船内侧的压强，也就比外侧对两船外侧的压强要小。于是，在外侧水的压力作用下，两船渐渐靠近，最后相撞。又由于“豪克”号较小，在同样大小压力的作用下，它向两船中间靠拢时速度要快得多，因此，造成了“豪克”号撞击“奥林匹克”号的事故。现在航海上把这种现象称为“船吸现象”。

鉴于这类海难事故不断发生，而且轮船和军舰越造越大，一旦发生撞船事故，它们的危害性也越大，因此，世界海事组织对这种情况下航海规则都作了严格的规定，它们包括两船同向行驶时，彼此





必须保持多大的间隔，在通过狭窄地段时，小船与大船彼此应作怎样的规避，等等。

## 龙井茶叶，虎跑水

盛产龙井茶的杭州，流传着这么一句话：“龙井茶叶，虎跑水。”意思是龙井茶叶最好用烧开后的虎跑泉的泉水来泡，才能喝出美味来。其中的奥妙在于，虎跑泉水中的矿物质里含有多种微量元素，对人体健康有利。其实，不仅是虎跑泉水如此，其他名泉的泉水也都有此效应。

虎跑泉水还有另一个显而易见的特点：在装满泉水的茶杯里，投进一粒小石子后，它的水面会高出茶杯口，但却不溢出来。有人说这就是虎跑泉与众不同之处。其实，这一“特点”是众多泉水（如济南趵突泉、无锡惠山泉等）的“共同点”，它是由这些泉水中富含矿物质造成的。

纯水在一定的温度下具有一定的表面张力。例如，室温（ $20^{\circ}\text{C}$ ）下纯水的表面张力为  $72.75 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ ，到  $100^{\circ}\text{C}$  时，水的表面张力减小为  $58.9 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ ，到沸点（ $100^{\circ}\text{C}$ ）时更减小为  $58.9 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ 。当水里含有杂质时，有的杂质能使水的表面张力减小，例如肥皂或有机物；







有的杂质能使水的表面张力增大，例如矿物质。一般的泉水里都富含矿物质，所以泉水的表面张力比纯水要大得多，它使得泉水表面的分子相互吸引，紧紧地挤紧在一起。这就是泉水能满过杯口而不溢出的原因。

## 裂缝里的学问

1954年，英国两架“彗星”号喷气客机，先后因增压舱突然破裂而在地中海上空爆炸坠毁。起先，人们认为是材料强度不够而造成断裂，于是利用高强度合金钢来制造关键零部件。但是，事与愿违，断裂破坏有增无减。此事引起工程技术界的高度重视，在深入研究中发现，原来高强度材料中也存在着一些极小的裂纹和缺陷，正是这些裂纹和缺陷的扩展，才产生了断裂破坏。在此基础上诞生了一门崭新的科学——断裂力学。

传统的材料力学认为材料是均匀的、连续的、向同性的。而断裂力学却认为任何材料都是不连续的、不均匀的、有缺陷的，因为材料中不可避免地会存在一些裂纹和缺陷。它们是那样微小，即使用高精度的无损探伤仪也难以测出来。但正是这些潜伏的缺陷和裂纹，在一定的使用条件下会造成重大





的断裂事故。

造成断裂的影响因素是多方面的，主要有以下几种：（员）疲劳断裂。在交变载荷的来回作用下，加速了材料中裂纹的扩展，最终导致材料断裂。这是一种很常见的断裂现象。例如，要弄断一根铅丝，只要把它来回弯折几次，很快就会在弯折的地方断裂。这就是疲劳断裂，来回弯折的力叫“交变载荷”。（圆）冷脆断裂。金属材料对温度的变化很敏感，在正常温度下的韧性材料，处于低温环境时往往会变脆，当温度下降到某个临界值时，材料的微小裂纹就会以极快的速度扩展（高达 5000 米/秒），最后导致材料断裂。（猿）氢脆断裂。钛合金和高强度合金钢等材料在使用中往往要接触腐蚀介质，因此，在它们的表面会发生电化学反应并产生微量的氢，这些氢原子能渗透到金属结构中去；而且材料中哪里的应力最大，氢原子就往哪里跑，并聚集在那里，使该部位的应力变得更大，当聚集的氢原子达到一定数量时，在它们聚集处就会发生突然的脆性断裂。

## 倒立的人

世界上只有苍蝇、蚊子等昆虫可以停留在天花





板上，连鸟也不能倒抓在天花板上。可是，魔术师却能借助于力学装置成为“人蝇”，倒吸在天花板上行走。

在剧场的天花板上挂着一块两米长的木板，木板朝下的一面漆着油漆并打蜡上光，目的是使表面光洁平整，让吸盘可以牢牢吸在上面。表演开始时，一位小姐坐在紧挨木板上头的秋千上，脚上穿着一双像溜冰鞋那样的高帮靴子。只见她在秋千上做一个倒立动作，用脚踏住那块木板。然后双手放开秋千，嗨！她居然头朝下，身体挂在木板上了。一开始，她以很小的步子倒退着走，接着又往回返程，也是倒着走。几个来回一走，博得满堂喝彩。

这个魔术成功的关键在那双靴子上，原来这双靴子的鞋底里装有气动装置，每只气动装置所产生吸力足以支持两倍于表演者体重的重物。因此，当魔术师在天花板上行走时，即使只有一只脚与木板接触，它也足以把她牢牢吸在上面。当然，靴子里还有一套紧固装置，可以把表演者的双脚牢牢缚在靴子里，为了预防万一，天花板下设有一张安全网。

## 真假子弹

世界著名的魔术师托里尼，每次演出的压轴戏



摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇



总是“退尔枪”。由他儿子扮演瑞士民族英雄威廉·退尔的儿子，将一只苹果放在他口中，用嘴咬住。托里尼请一位观众拿起一把手枪，在众目睽睽之下将一颗子弹推上膛，随后让他对准苹果开枪。“乒”的一声，子弹在烟雾中飞出，只见小托里尼安然无恙，而子弹却留在苹果中。

人们从力学角度去思考，怎么也无法解释快速飞驰的子弹会被一只苹果挡住。其实这个魔术的窍门在子弹上。总共有猿颗子弹，圆颗是真的，员颗是假的。起初，观众拿的是一颗真子弹，当托里尼把它推上膛时换成了假子弹。这颗子弹看上去和真的一模一样，只是一受到压力就会粉碎。因此，一开枪它就马上散成无数细粒，像灰尘一样四处飞扬，观众看来还以为是子弹射出后的火药烟尘。当然，苹果中的子弹是事先埋藏在里面的真子弹。它当然与托里尼向观众出示的那颗真子弹一模一样。

这个魔术的关键是制造假子弹，它既要在外形上与真子弹一模一样，又必须在枪击的压力下碎成粉末。有一位魔术师为节约成本，表演时用的子弹在“肥皂弹”的外面滚拌上石墨粉。可是，有一天晚上演出时，“肥皂弹”出了事故。它没有粉碎，结果打在表演者的脸上，使他受了重伤。原因在于那颗“肥皂弹”因放置时间较长，肥皂本身干固





了，结果射出以后没有粉碎。

## 高高的自来水塔

扭开水龙头，自来水就哗哗地流出来了。

自来水是从哪里来的呢？你一定会想到深埋在地下的水管。但要追寻水源，那就得循着自来水管，到自来水厂里去看看。原来，那些埋在地下的水管，都是和自来水厂里一座座高高的水塔连接在一起的。

那么，这些水塔又有什么用呢？我们不妨举一个小小的例子。浇花的时候，如果你把水壶稍微侧一点，流出来的水流又细又慢；要是将水壶侧得厉害些，喷出的水流就又粗又急。这是什么原因呢？原来，水越深，压强就越大。水的深度每增加 1 米，压强就会增加大约 1 个标准大气压。让水壶侧过来，就是让水面相对于喷嘴的深度加大，水的压强也会跟着变大，水流喷出来时就又粗又急。

我们再来看看高高的水塔。如果一个水塔的高度为 10 米，另一个水塔的高度只有 5 米，那么高 10 米的那个水塔塔底的水流压强，比高 5 米的那个水塔塔底的水流压强大 1 千帕左右。倘若两个塔底的出水口大小一样，它们同时开放，压强大的自





然比压强小的出水急。因为自来水要供应地势高低不等的各处用户，如果没有足够的压强，地势高处的用户就会得不到水，所以水塔一般都造得很高。

在现代化的大、中城市，由于水网范围宽，管路阻力大，光靠水塔来产生压强是不够的，还得借助于很多加压水泵。

## 头顶飞坛

大家都知道，一块小石头从高处落下，就可能打破头。那么一个杂技演员，为什么能用头顶住从高处落下的坛子，而不会受到伤害呢？

原来，当我们要接住一个从上面落下来的物体时，不但要受到物体本身的重力作用，还要承受一个缓冲力的作用。这个冲力的大小不是固定不变的，它跟物体的轻重和冲过来的速度有关，还与它们使它停止的快慢有关。物体重、速度大和停得快，都会使冲力加大。如果我们有办法使它慢慢地停下来，就能减小这种冲力。

你可以试一下。把一串钥匙向上抛到猿~缘米，等它落下来时，把手心摊平不动，任凭钥匙掉在手上，手心会感到很痛。如果我们密切注视着下落的钥匙，当钥匙快掉到手上时，手也顺势向下移动一





小段距离，使钥匙慢慢地停在手中，手心就不感到怎么痛了。可见，用后一种办法去接钥匙，钥匙对手心的冲力小。我们称这种作用为缓冲作用。

现在再来看一看杂技演员是怎样表演顶坛的。

杂技演员表演顶坛时所用的坛子通常不过几千克，要是把它顶在头上不动，也不算什么新鲜事儿，几乎人人做得到。如果把坛子抛上去，等它落下来再用头去接，一般人是难以承受的。

如果你仔细观察，会发现杂技演员在用头接坛的时候，他并不是站立着不动的，而总是先叉开两腿立好马步姿势，当坛落下刚刚碰到头顶时，他就立刻随着坛的下落向下蹲，这就和你用向下移动手的办法去接钥匙一样，头上受到的冲力就不会很大。如果坛从几米高落下，并使停止运动的时间延长到几秒左右，头上受到的冲力不过几牛顿时。经过长期训练的人，完全能够承受这样大小的力。

可是，一般没有经过训练的人，仅懂得了道理，决不能冒冒失失去地试一试，那是很危险的！

## 泥地难骑车

在软软的泥地上骑自行车时，自行车的两个轮胎就像是漏了气似的，蹬起来特别费力。这是什么



摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇



缘故呢？

想想看，你在雪地里或是在泥沼地里走路时，不也是感到很难起步吗？这是因为脚踏在雪地里或泥沼地里的时候，人的体重就压在脚底那么大的一块面积上，这时候，脚对地面产生了一个较大的压力。因为雪或泥沼地的弹性系数和弹性限度都非常小，也就是说，在不太大的压强的作用下，就会发生较大的形变，而且不能自己恢复原来形状，所以脚就陷进了软软的雪或泥里了。这样，当你再想起步时，就不得不把脚抬得比平时走路时高才行。因此就感到比较吃力了。

在泥地里骑自行车也是这样，由于车轮对地的压强，使泥地被压出一条深沟。这样，车要前进，首先必须要把自行车的轮子从沟里抬起来。而且泥地越软，车轮陷得越深，深沟对车轮前进的阻碍越大，使自行车前进所需要的推力也越大。所有这些因素都要求人对自行车的踏脚施加更大的作用力。因此，在泥地上骑自行车特别费力。

## 青鱼哪去了

从前，曾经发生过这样一件事：一个商人在荷兰向渔民买进 ~~绿鱼~~ 吨青鱼，装上船从荷兰运往靠







近赤道的索马里首都摩加迪沙。到了那里，用弹簧秤一称，青鱼竟一下少了三十多吨。奇怪，到哪里去了呢？被偷是不可能的，因为轮船沿途并没有靠过岸。装卸中的损耗也不可能有这样大。大家议论纷纷，谁也没法揭开这一秘密。

直到后来，才真相大白。鱼既没有被偷，也不是装卸造成的损耗，而是地球自转和地球引力开的玩笑。

原来，一个物体的重量，就是物体所受的重力，是由地球对物体的吸引所造成的。但地球不停地转动，会产生一种惯性离心力。因此物体所受重力的大小，等于地心引力和惯性离心力的合力。又因为地球是个稍扁的椭球体，越近赤道，地面与地心的距离越远，地心引力也就小一点。所以，物体的实际重力，应当是地心引力减去惯性离心力在垂直方向的分量。缘用吨重的青鱼，从地球中纬度的荷兰运到赤道附近的索马里，重量必然逐渐减小，难怪过秤时就短少了三十多吨。

如果登山运动员从珠穆朗玛峰采集到一块岩石标本，把它送到北京时，它会变得重一点；要是请宇航员把它带到地球引力所达不到的太空，它又会变得没有重量了。它们的道理也一样。但是，不论物体的重量怎样变化，它们的质量却是不变的。我





们还应注意，物体重量的变化，只有用弹簧秤才能称量出来，借用天平或杆秤是看不出来的。

## 膨胀的饺子

如果你是北方人，你一定喜欢吃饺子，那么，有几个关于饺子的问题你回答得出来吗？

为什么生饺子刚倒进锅里去的时候要沉下去？这是第一个问题。

为什么饺子煮熟以后会浮起来，并且只有浮起来的饺子才是煮熟了的？这是第二个问题。

为什么饺子冷了以后，又要重新沉入锅底？这是第三个问题。你想想看，怎样回答？

生饺子倒下锅以后，它的比重比水大，所以都沉下去了。但是煮熟以后，为什么又会浮起来呢？

原来，随着炉子的加热，锅中的水和饺子都慢慢地热起来了。我们知道热的物体是要膨胀的，饺子也不例外。饺馅和饺皮吸饱了热水以后，渐渐胀起来，体积自然就增大了许多。这一点，你一定很清楚，熟饺子确是胀得鼓鼓的，比生饺子大得多。饺子的重量并没有增加，当体积增大以后，单位体积的重量就减小了。等到饺子煮熟，饺馅和饺皮都充分膨胀以后，它的比重就变得比水的比重还小，所以就浮起来了。





吃浮起来的饺子，当然不会有夹生的了。

饺子煮熟浮起来以后，当它稍冷的时候为什么又沉下去了呢？原来膨胀快的东西，也一定收缩得快。当水冷下来以后，饺子又收缩得快。收缩以后的饺子，单位体积的重量又增加了，它的比重又变得比水大了，所以又沉入锅底了。

南方人爱吃汤团、馄饨，煮汤团、馄饨同煮饺子的情况是一样的，道理也是一样的。

请看，就在饺子沉浮这样一个小事情中，也有这么多的科学道理。

## 转个不停的溜溜球

溜溜球是很有趣的健身玩具。玩溜溜球时，用手抓住绕在溜溜球短轴上的绳子的一端，把球向下扔出去，球随着缠绕它的绳子一圈圈松开，转了起来。当绳子全部拉直时，溜溜球又会转上来，并使绳子沿相反方向缠绕在短轴上，直至又回到手上。再次将球扔出去，球又会转回来，如此往复，乐在其中。

为什么溜溜球能自动返回手中呢？这里有个重要的力学知识，就是物体的动能和势能可以互相转换。当球在手中时，一边转动一边向下运动，并在重力的作用下，越转越快；动能不断增大，同时，



摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇



溜溜球随着位置的不断下降，势能不断减小，这时，溜溜球的势能转变成了动能。待到溜溜球转到最低点时，溜溜球的动能最大，势能最小，这时，溜溜球转动得最快。到达最低点后，溜溜球又会沿着绳子向上转，将绳子沿原来的相反方向缠绕在短轴上。随着溜溜球的上升，它的转动速度越来越慢，这时，溜溜球的动能又不断转换成势能，直到转至最高处停止转动，溜溜球的动能为零，势能却是最大。

根据机械能守恒定律，在没有外力或外力做功等于零时，物体的机械能总和不变。这样溜溜球应该回到原来的位置上。但是，在溜溜球转上转下的运动中，由于空气的阻力和绳子与短轴之间的摩擦力，会损失掉一部分能量，如果不补充能量，溜溜球将上升回不到原先的高度。所以，在玩溜溜球时要有一定的技巧，不断地给溜溜球补充一些能量。怎样补充能量呢？在溜溜球转到最低点，绳子将要开始向上缠绕的一瞬间，用手将绳子往上提一下，使溜溜球的转速更快些，增加一点动能。这样，溜溜球就能上下转个不停。

## 猫的惊人本领

猫有一个十分惊人的本领：从高处跌下时，不





仅不会摔死，还能稳稳地落地。它的绝技就是空中翻身。你看，猫刚跌下时，还是背脊朝下、四脚朝天，可就在它落地的一刹那，已经变成背向上、脚朝下了，再加上它那双有着厚厚肉垫的爪子和富有弹性的腰腿，当然就能稳稳地在地面“安全着陆”了。

早在 19 世纪末，就有一位物理学家对猫的空中翻身绝技产生了兴趣，他通过高速摄影拍下了猫的整个下落过程，发现猫在下落时仅用 0.01 秒就翻过身来了。我们知道，如果没有外力作用，原来不转动的物体是不会转动的。猫在开始下落时没有转动，在下落过程中又不受外力作用，它应该一直保持原来的姿势着地。那么，猫是怎样在空中完成翻身动作的呢？于是，有人把这完全归功于猫尾巴的功能。认为猫在下落过程中，快速地向一个方向甩动尾巴，由于力学中的角动量守恒原理，猫的身体就会朝另一个方向翻转。但是，通过计算人们发现，如果猫的空中翻身仅仅依靠尾巴的甩动，那猫的尾巴在 0.01 秒内至少要转上几十圈才行，这岂不是与飞机的螺旋桨一样了？

于是，一些物理学家又忙碌起来，他们又是摄影又是录像，并且从理论上提出模型，用电脑进行计算。得出的结论是：猫在落下的过程中，是通过





它的脊柱依次向各个方向弯曲来实施转体。图中我们可以看到，当双手握住猫的四肢，将手松开时，猫的角动量等于零。猫在下落的过程中，尽管受到重力的作用，由于重力作用在质心上，因此外力矩为零，所以，猫在下落过程中的任一时刻，都要保持角动量等于零。当猫从高处落下时，猫会本能地旋转身体，这时，猫的尾巴伸展并且朝着相反方向甩动，以保持猫的总角动量为零。由于猫的脊柱比较灵活，它在旋转身体的时候，还可巧妙地使身体和四肢收缩、伸展，调节整个身体的质量分布，保持角动量为零，以达到转身的目的。

在体操和跳水比赛中，运动员要在腾空后短短几秒钟内，完成各种空翻加转体的高难度动作。虽然这些动作比猫翻身复杂得多，可道理却是大同小异。航天员在太空航行时，由于处于失重状态，身体会飘浮在空中。也必须学习猫空中翻身的绝技，用同样的办法来完成前进、后退、转身等一系列动作。

## 不沉的滑水运动员

看到滑水运动员在水面上乘风破浪快速滑行时，你有没有想过，为什么滑水运动员站在滑板上不会沉下去呢？





原因就在这块小小的滑板上。你看，滑水运动员在滑水时，总是身体向后倾斜，双脚向前用力蹬滑板，使滑板 and 水面有一个夹角。当前面的游艇通过牵绳拖着运动员时，运动员受到一个水平向前的牵引力。同时，运动员站在滑板上，并用力向前蹬滑板，运动员就通过滑板对水面施加了一个斜向下的力，而且，游艇对运动员的牵引力越大，运动员对水面施加的这个力也越大。因为水不易被压缩，根据作用力与反作用力的原理，水面就会通过滑板反过来对运动员产生一个斜向上的反作用力，正是这个反作用力支撑着运动员不会下沉。当然，这个反作用力在水平方向的分力又会成为运动员向前滑行的阻力，但是，游艇的牵引力可以用来克服这部分阻力。

因此，滑水运动员只要依靠技巧，控制好脚下滑板的倾斜角度，就能在水面上快速滑行了。

## 飞上蓝天的风筝

在风和日丽的时候，许多人都喜欢到郊外或公园去放风筝。当五彩缤纷、造型各异的风筝在蓝天上翱翔，人与大自然融为了一体，这对放风筝和看风筝的人来说，都是一种美的享受。

那么，风筝为什么能飞上蓝天呢？如果你留心





观察就会发现，风筝总是迎风而飞，而且风筝的“身体”总是斜向下的，这就是风筝能飞上天的关键。首先，风筝总是迎着风飞，风吹在风筝上，就会对风筝产生一个压力，而且这个压力垂直于风筝的面。因为风筝的面是斜向下，所以迎面吹来的风对它的压力是斜向上的。风筝的分量很轻，空气的这种向上的压力足以把风筝送上蓝天。在风很小的时候，放风筝的人常常牵着风筝线迎风奔跑，或站在原地不断地拉动风筝线，利用勒线来调整风筝面向下倾斜的角度，这都是为了增大空气对风筝的向上压力，使风筝飞得更高。

风筝有大有小，形状也是各种各样的，它的下边往往还加了一些纸条或穗做成的尾巴。从物理学角度来说，这是为了使风筝的重心向下移，可以提高风筝的平衡性能，使它飞得更加平稳些。

## 无需方向盘的火车

天空中的飞机，海洋中的轮船，它们转弯时靠的是舵。陆地上奔驰的汽车、无轨电车，它们转弯时，靠的是方向盘。但是在铁轨上高速行驶的火车，既没有舵，又没有方向盘，为什么也能顺利地转弯呢？







我们知道，有轨电车也没有方向盘，它是循着铁轨的弯道而转弯的。看过有轨电车的转弯，就能帮助我们理解火车转弯的道理。有时骑自行车的人，一不小心，把轮子嵌在有轨电车的轨道里，他的轮子就循着轨道前进，再也不听“驾驶员”的操纵。当失去平衡，车子就倒了下来。这就是轨道能控制车轮的道理。

火车的轮子与其它车轮不同，它的最外面一圈叫“轮箍”。“轮箍”上有一圈高出部分叫做“轮缘”，火车上车轮的“轮缘”始终是嵌在两道平行钢轨内侧的。当火车行至弯道时，因离心作用，使弯道外侧车轮的轮箍紧贴钢轨，这时，外侧钢轨给轮缘一种侧压力，即向心力，迫使车轮循着钢轨行走。我们再仔细地看一看火车的轮箍，就会发现在轮箍与钢轨的接触面上，是有斜度的，靠外侧倾斜角大，内侧倾斜角小；这样在同一轮子上，就形成了一部分是“大轮”，另一部分是“小轮”。当火车进入弯道时，由于车轮紧靠弯道外侧，就形成了“大轮”走弯道外侧钢轨，“小轮”走弯道内侧钢轨。这正象一列横队转弯时，外圈的人步子走得大一点，内圈的人步子走得小一点，就能同时整齐地转过弯来。正因为火车车轮的“轮箍”有个斜度，所以能使同一车轴的两只车轮顺利地通过弯道。





在直道上，两侧车轮都正压在钢轨上，加上火车的重心低，火车高速运动时，就能使车轮的中心和钢轨的中心保持一致。

我们再看看火车头的车轮，为什么有的做得很大，有的做得很小呢？由于这些轮子的作用不同，大小也就不一样。最前面的一对或两对较小的轮子，叫“导轮”，顾名思义，就是说这一两对轮子是起引导作用的。中间几对大轮子，叫“动轮”。后面较小的轮子，叫“从轮”（也有不用“从轮”的火车）。“导轮”和“从轮”都设有转向架，它可以不受车架的限制而自由转向。当机车在直线上运行时，转向架的中心线与主车架的中心线一致。在弯道上行驶时，因车轮靠向弯道内侧，转向架就带着中心盘转向弯道内侧，这时转向架的中心线与车架不在一直线上，就可利用复原装置将主车架前端导向内侧，使机车沿着曲线转向，待通过弯道后，又利用复原装置的复原力，使转向架恢复中心位置。因此火车不论是在直道上或弯道上，都能既快又稳地高速前进。

## 荷叶上滚动的水珠

你曾注意过这样的事情吗？夏天，荷叶上溅了





水滴，水滴会变成一颗颗晶莹透亮的小水珠，小水珠在荷叶上滚来滚去，就像盘子里滚动着的珍珠一样。

荷叶上的水滴为什么会变成滴溜滚圆的小水珠呢？原来，水滴表面分子受到内部分子的吸引力，产生了向内部运动的趋势。这样一来，水滴的表面就会尽可能地缩小。缩小到什么程度呢？我们知道，水滴的体积大小不变，只有在成为球体的时候，它的表面才是最小。所以，小水滴就变成球体的小水珠了。

我们再来看看小朋友爱吹的肥皂泡。肥皂泡里包着空气，肥皂泡的里外两个液面也要不断收缩，直到把里面的空气压得不能再小了，它才不再收缩。这时候，肥皂泡就变成一个滴溜滚圆的小球。

液体表面的分子，由于受到内部分子的吸引，而使液体表面缩小的这种趋势，会使该液体表面相邻的部分产生相互吸引，这种相互吸引在物理学上被称为表面张力。我们可以通过一个简单的实验，来看看这种表面张力。

用一个铁丝的框框，上面系一根不是绷得很紧的细棉线，把它放在肥皂水里蘸一下，铁丝框上就会有一层薄薄的绷得很紧的肥皂膜。试着将棉线一侧的薄膜用针刺破，另一侧的薄膜就会立刻缩小，





棉线因为失去了一侧薄膜产生的表面张力，而在另一侧薄膜的表面张力作用下，呈现弯曲的弧形。

任何液体的表面都存在着表面张力，在这种表面张力的作用下，液体表面就好象蒙上一层绷紧的膜。夏天，水面上常有许多小虫自由自在地跑来跑去，就是依靠水面上绷紧的这层水膜。

## 静电杀手

摩擦能产生静电，一般情况下，这种静电是不至于置人死地的。但是，在某些特殊环境里，静电产生的火花却会酿成惨剧。

1984年年底，西北某工厂为清除试验车间地面上的油垢，用 200 千克汽油浸木屑，洒在地面上进行清扫。十几位女工蹲在地上擦地板，其中有位女工穿着涤纶衣服。当她擦到一根金属管附近时，她的身体突然对金属管放电，所产生的电火花引起了汽油与空气中氧的混合气体爆炸起火，最后酿成一场大火。在场工作的十几个人非死即伤，而穿涤纶衣服的那位女工死得最惨。为什么会酿成这场惨剧？原来，那位女工在擦地板时，身上的涤纶衣服因人的动作而摩擦带电，人身上带有高压静电，靠近金属管子时就容易放电。加上洒在地面的汽油很





容易挥发，汽油蒸气的浓度很大，与空气中的氧气一混合就生成了易爆的混合气体。

这场惨剧告诉我们，在那种易燃、易爆的环境中工作的人，特别要注意静电会引起的灾害。其中最主要的是防止衣服因摩擦而产生静电。

## 纵火犯是谁

1993年 11月 10日 11时 缘分，青岛市海港黄岛油库的几万立方米的 缘号油罐爆炸起火，并又引爆了旁边的 源号油罐，接着 员号、圆号、猿号油罐相继起火爆裂，~~还~~4吨原油泄流入海。大火足足烧了 ~~员~~源小时，~~员~~源名消防官兵、缘名油库职工在灭火中献出了生命。大火烧掉了 ~~猿~~近万吨原油，油库区变为一片废墟，直接损失达四五千万元。谁是纵火犯？

据事后消防专家调查，缘号罐虽然装了避雷针，但是，罐内钢筋和金属构件连接不好，造成避雷针接地不完善。我们知道，避雷针分三部分：接闪器（即一根金属杆，它指向天空将雷电接引下来），引下线 and 接地装置。这三个环节必须质量可靠，紧密结合，如果有一个环节不合适，就可能“引狼入室”。避雷针实际上是“引雷针”，它把闪电引到





自己身上，通过引下线和接地装置引入地下。但是，闪电的电流很大，会产生一系列物理效应。因此，制造和安装避雷针时只要出现小的失误，都有可能造成大的灾祸。调查指出，黄岛油罐顶部铺设的防雷均压屏蔽网的结点与接地的角铁之间未焊牢而只是用螺丝压紧。网与接地角铁的连接点的电阻为 $10^{-2}\Omega$ ，大大超过了规定的安全值 $10^{-4}\Omega$ 。因此，当油罐上空的落地雷被避雷针引下来时，由强大的闪电电流在极短时间内迅速变化引起非常强烈的电磁感应，使因混凝土剥落而外露的钢筋产生电火花，从而点燃了罐内油蒸汽与空气混合的易爆气体，最后，炸毁油罐并燃起了大火。

由此可见，避雷针的接地是十分重要的。接地接得好，就将引下来的闪电送入地下；接地接得不好，就将引下的闪电送到保护物内部，很容易引起电火花并造成大事故。

## 鱼群回游

纯水是不导电的，可是水中一旦有了盐分，就变成电解质，电流就可以通了，而且盐越多，水的导电性越好，海水是含有高盐分的溶液，由于海水在流动，地球又是一个大磁场，这很像一根导线在磁场中运动，





不就产生感应电流了吗？确是如此，海洋中确实有一个天然运动着的电流。海洋电流的发现，解开了不少自然之谜，鱼群回游就是其中之一。

过去认为鱼群的回游主要是海水的温度以及海流的作用。实验表明，有些鱼类对温度并不敏感，但对电性非常敏感。例如，巴伦支海中所观察到的鲱鱼，只要存在每千米 10 毫伏的电位差，它们就会向高电位方向游动。据在巴伦支海的大港摩尔曼斯克的统计，它的沿岸捕鱼量与近海里的天然电流的电位差变化密切相关，在海洋电流的电位差显著增大然后又保持在较高值的日子，鱼的捕获量显著增加，因为鱼向着高电位方向游过来，然后就待在这较高值的地方不走了。

另外，根据连续 100 多年的统计，在里海、黑海、亚速海，鲱鱼的捕获量每隔 11 年有一个从大到小变化的周期，这个周期与太阳黑子的爆发周期正好吻合。根据天文学家的解释，太阳黑子爆发会引发地球的磁暴，而磁暴的出现会使海洋中感应更大的电流，从而把鲱鱼吸引过来，使得鱼的捕获量大增。

## 交流电大战直流电

电灯是爱迪生发明的，不过，那时候的电灯是



摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇



用直流电作为电源的。直流电照明系统是直接将电流从发电机输向客户，不再从客户流回发电机。而这种输电方式只能把电压局限在 ~~四~~ 伏之内，超过这一标准就会烧毁电灯的灯丝，危及用户安全。同时，由于受到升高电压的限制，长途输电就会造成巨大浪费。直流供电系统的这一缺点，在早期的供电系统中不是特别重要，因为当时的电厂就建在人口密集地区。后来，随着用电的普及，那些远离发电厂的、居住在人口稀疏地区的用户也要求供电，于是，直流供电系统无法远距离供电的缺点逐渐暴露出来。相比之下，当时还不普及的交流电供电方式，在这方面显示出它巨大的优越性。因为交流电的电压通过变压器很容易升高，这有利于远距离输电。然后，在输入用户或工厂之前，再利用变压器把电压降下来，以适应用户的安全要求。

交流电发电机是由爱迪生的竞争对手南斯拉夫发明家特斯拉发明的。这种发电机简单、灵巧。而特斯拉早先发明的变压器又能解决长途输电中的电压升降问题，再加上特斯拉又得到美国工业家威斯汀豪斯的支持，因此，交流电供电系统的发展势头强劲。由于有人用交流电把马路上的小狗小猫这些小动物电死，一座监狱的牢头又用交流电通到电椅上把一名杀人犯处死，所以在许多人心目中，交流







电一度成了死神的同义词。

但是，交流电一方所受的挫折只是暂时的，在其后几年里它逐步占领了市场。特别是 1889 年，威斯汀豪斯公司在尼亚加拉大瀑布上建立了交流电的发电站，这在当时是一项了不起的成就，从而使交流电供电系统取得了决定性胜利。

## 神秘的太空电波

1895 年，大学刚毕业的詹斯基来到贝尔电话实验室工作。当时，贝尔电话公司刚安装了横跨大西洋的短波无线电通信线路。詹斯基的任务就是研究短波通信中的各项干扰因素。当时对 3000 米波长以上的无线电波已有了较细致的研究，而对 1000~1500 米波长范围内的短波则还没有作过系统研究。为了进行这项研究，詹斯基建造了专门的天线和接收器，接收器的工作波长是 1500 米。在研究过程中，他发现一种来源不明但带有“滋滋”声的天电，并发现它的方向似乎同太阳相关。

本来，詹斯基的工作可以到此为止，因为影响通信的主要干扰都已查明，而这种滋滋声的天电对实际的无线电通信又几乎没有什么影响，通信工程师又何必去为它操心呢？但是，詹斯基没有放过这





微弱的电波，他继续积累资料，发现它并不完全同太阳运动相一致，而是每天都要提前源分钟。詹斯基曾向一位好朋友学过一些天文学的基础知识，他知道恒星时的周期比太阳时要短源分钟，因此，詹斯基认识到，滋滋的噪声可能是来自太阳系外的某个恒星，它是随恒星时而改变的。经过一年的监测，詹斯基终于断定太阳系外的某些恒星能发射无线电波。他同时给出了这个固定无线电源在太空中的坐标，指出它与银河系中心相近。

詹斯基的发现是天文学史上的一次大革命，过去人类认识宇宙主要是通过可见光这个“窗口”，但是对于那些不发可见光的“暗天体”就没法认识了。现在，无线电波段（又叫射电）的“窗口”被打开了，它给人类带来那些只发射无线电波的天体的丰富信息，大大加深了人类对宇宙的认识。

## 拖“辫子”的电动机

在地壳与大气层的电离层之间，竟存在着有约千万伏电位差的大气电场，这大气电场电位虽然很高，但由于空气的电导很小，产生的电流非常微小。

大气电场虽然早被发现，但一直无法利用。人





们发现了一种能长久保持带电状态的物质——驻极体以后，有人利用它的开缝效应制成一种新型电动机。这种电动机需要高电压（几千伏以上）和低电流（几毫安、甚至几微安）的电源才能工作，而大气电场恰好具备这些特色。于是一台既不用直流电，又不用交流电的特殊电动机在美国西弗吉尼亚大学问世了，它被称为“大气电场电动机”。

这台电动机拖着两根长长的“辫子”，一根与该大学一幢 5 层的大楼上的天线相接，另一根与地线相接。这样可以从大气电场那里获得上千伏的电压和几微安的电流，电动机每分钟可转几百次。大气电场电动机由三个圆盘组成，上、下两个圆盘用铝箔和云母胶合而成，并在铝箔中间开一道细缝，细缝的两边作为电极；中间的圆盘由两块半圆形的驻极体拼合而成，两块驻极体的极性相反。当人们在细缝两边的电极分别加上不同极性的电压时，中间的驻极体就会受到一个与两个电极平行的作用力，于是转动起来。电机的转轴是一根有机玻璃棒，两端用宝石轴承支持着。

目前，大气电场电动机的最大功率已超过 1 瓦，但如用作动力装置尚有一定距离。如果将来能设计出一种能获得较大电流的天线，使更大功率的大气电场电动机转动，那么，人类就能从大气电场





这个天然发电厂里取得廉价电力了。

## 地磁风暴

1959年 9月 10日 中午，中央人民广播电台的短波广播节目正常播出，中国数以万计的听众正在不同地区听得入神时，突然播音中断了，一直过了10分钟才恢复正常。经过反复检查，广播电台的发射机工作正常，当然全国各地的收音机也不可能同时出毛病，那么，问题出在哪里？无独有偶，英国海军部与其在格陵兰海面演习的潜艇的无线电通信联系也在同一时间中断，当时他们怀疑潜艇失事沉没了。这一连串事故为什么会在同一时间发生？天文学家告诉人们，他们在此时间内观测到太阳上发生了一次大爆炸，它引起的磁暴（地磁风暴）影响到地球上的无线电通信。

地球像一个巨大的磁铁，它的四周存在着一个地磁场。地磁场有三个要素构成：磁场强度（水平强度和垂直强度）、磁偏角和磁倾角。磁暴往往是突然出现的，各地的地磁要素突然改变它的数值，其变化幅度可以进行到几安培，并且继续发生急剧的、不规则的变化。在 1959年 9月 10日 ~ 11日 上海余山地磁台记录到的一次磁暴，从曲线上可看





出这次磁暴地磁场水平强度的变化近 员安轹。这种地磁强度的剧烈的变化会引起地球电离层的不稳定，而短波通信的信号能传播到全球，就是靠电离层对无线电波的反射和折射。因此，电离层不稳定，严重时会造成短波通信的中断。

产生磁暴的原因和太阳活动有关。每当太阳活动剧烈时，就会出现一些黑子。根据记载分析，太阳黑子出现和增多时，地磁活动也达到最大值并产生磁暴。进一步的观测发现，太阳黑子爆发时会向外辐射大量带电粒子流，正是这些“不速之客”扰乱了地球磁场，引起磁暴。

## 磁性武器

军舰是用钢铁材料建造的，在地球磁场的磁化作用下会产生自己的船舶磁场。当带有磁场的军舰驶入敌方布有磁性水雷的区域时，水雷的引信就会“感知”到额外磁场的存在，因为它们能根据当地地磁场的特征进行自动调节，排除地球磁场的作用，使指针指向零点。当它接收到“外加磁场”的信号后，就能按事先规定的方式起爆，从而达到炸毁敌方舰艇的目的。这里所谓的事先规定的方式，包括即时起爆、延时起爆、延时延次起爆等。即时





起爆即引信感知较强的磁场信号后（这时舰艇已在水雷近旁）就起爆。延时起爆指引信感知到一定的磁场信号时，舰艇离开水雷还有一段距离，根据事先估计的舰艇驶到水雷爆炸的有效半径内还需要多少时间，延迟到这个时刻再爆炸。延时延次起爆是一种更高级的“定时炸弹”，它不仅延时到舰艇靠近时爆炸，而且可以延长到主要舰只靠近时才爆炸。因为敌方的一支舰队出航时，航空母舰、主力战舰往往位居中间，因此可以延次到经过三四艘舰只后才爆炸，以便将主要舰只炸沉。

有矛必有盾，为了减少军舰遭受磁性水雷袭击，人们就设法对舰船消磁，使水雷感知不到额外磁场。办法很简单，利用通电导线中产生的磁场来抵消船舶磁场，使水雷的引信失效。

# 人工鼻子

人的鼻子很灵敏，能嗅出多种气体的“味道”来。但是，对于某些特殊要求它就无能为力了，例如，人的鼻子就嗅不出氧气的浓度来。然而，用氧化锆固体电解质做成的“人工鼻子”，能嗅出百万分之一的氧气浓度来。把它装在锅炉烟道中，可以监测其中的氧气浓度，从而可推算这台锅炉的燃烧





情况。这对于节约燃料、减少锅炉燃烧时对大气的污染、实现锅炉运行的自动监控等都有重要的意义。

“人工鼻子”嗅觉是怎样产生的？这要从电解质谈起。电解质一般是指在水溶液中或在熔融状态下能导电的化合物，如酸类、碱类和盐类。19世纪末年代以来，人们发现有些银盐（如碘化银、硫化银等）及有些金属氧化物（氧化锆等）在低于熔点的温度下，甚至在室温时也能像电解质那样具有导电的本领。人们把这类物质称之为“固体电解质”。

这些固体电解质有一个特点：在它们的外表涂上一层多孔性金属电极层后，它们的负极就会吸附一定的气体（例如氧气）分子，使气体分子获得电子变成气体离子，然后通过中间加热的固体电解质，到达它的正极，放出电子。这样，在固体电解质的两极之间就会形成电位差，电位差的大小显然与气体的浓度有关。如果我们用仪表测量电位差的大小，就可以检测出气体的含量。利用固体电解质的这种特性，就可以制成“嗅”气体的人工鼻子。

## 20世纪的磁悬浮列车

几年前，在长沙国防科技大学的一个试验室



摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇



里，科学家们正在为参观者演示一种新型的列车。当科研人员打开操纵开关时，这台长 ~~五~~<sup>五</sup> 厘米，自重 ~~五~~<sup>五</sup> 公斤，没有引擎，没有轮子的奇特的列车样车霎时间好像变成了一片羽毛，轻飘飘地悬浮在两根钢轨上；科技人员再打开运行开关，车身便由慢到快，向前疾驶而去。试验室里响起了一片热烈的掌声。同时，我国的新闻媒体也骄傲地向世界宣布：中国自行研制的第一台磁悬浮列车原理样车试验成功了！

磁悬浮列车是一种利用电磁吸力或斥力将列车悬浮在轨道上运行的新型列车。这种列车在运行时，车体与轨道能保持 五厘米 的缝隙。由于车体与轨道间没有机械接触，没有磨擦，因而时速可达 五公里 以上，并且无振动、无噪音、无污染，乘坐平稳。舒适、安全，就像一架超低空飞行的飞机，是一种十分理想的交通工具，被人们称为 21 世纪 的“神行太保”。

是什么“魔力”使得由钢铁制成的体大身沉的列车变得如此轻飘，能在轨道上腾空而飞呢？

实现磁悬浮一般有两种途径。一种是吸引悬浮。它是以车上的电磁铁与铁磁轨道之间的吸引力为基础，车身被吸挂在轨道的底部，其间保持几厘米的缝隙不相接触。由于两者之间的缝隙较小，这







种方法要求轨道的加工和铺设有较高的精度，一般只用于速度较低的短距离运输系统。

另一种途径是排斥悬浮。它利用的是超导磁体的安全抗磁效应。早在 19 世纪 40 年代，科学家们就发现了超导磁体的一种特殊性能：当某种金属变成超导体时，超导体内磁感应强度为零。科学家们将其称为完全抗磁性或迈斯纳效应。为了让你更好地理解超导体的完全抗磁性，我们做一个实验：

在一个浅平的锡盘中，放入一个体积很小，但磁性很强的永久磁铁，然后把温度降低，使锡盘出现超导性。这时，可以看到小磁铁会离开锡盘表面飘然而起，与锡盘保持一定距离后，便悬空不动了。这是由于超导体的完全抗磁性，使小磁铁的磁力线无法穿透超导体，磁场发生畸变，便产生了一个向上的浮力。这类似于水无法穿过船帮进入船舱，就产生向上的浮力使船漂在水面上。磁悬浮列车就是利用了超导体的这种完全抗磁性，才使长龙似的列车插上了腾飞的翅膀。

从 19 世纪 20 年代波维耳等科学家提出利用超导体和路基导体中感应涡流之间的磁性排斥力把列车悬浮起来运行的设想以来，磁悬浮列车的研究发展迅速。20 世纪 80 年代，日、德、英、美和前苏联等国已分别制成了高、中、低速各种档次的磁悬浮列车。其





中，日本和德国的技术比较成熟。如日本早在 1959 年就曾在一条 30 公里的试验线路上进行了载人实验，并创造了时速 576 公里的世界纪录。虽然到目前为止，世界上还没有一个国家的磁悬浮列车正式投入运营，但是随着各项技术的发展，特别是近年来在常温超导研究方面取得的一系列重大突破，必将大大加快超导磁悬浮列车的商业化进程。不仅如此，美国最近又计划研制一种更加先进的地下真空磁悬浮超音速列车。这种名为“行星列车”的磁悬浮列车的最大设计时速为 10000 多公里；是音速的 10 多倍，乘坐它横穿美国大陆只需 15 分钟。我们有理由相信，21 世纪的“神行太保”将在新世纪里大显身手。

## 绿色汽车

所谓绿色汽车，并非指汽车的颜色，而是特指那些低能耗、无污染、可以回收的汽车。绿色汽车的诞生源于人类自身生态意识的觉醒和对汽车文明的反思。汽车在施惠于人类并迅速发展的同时，也给人类带来了许多负面影响。汽车使蓝色的天空蒙上阴影，在清新的空气中加进了一氧化碳、氮化物和硫化物，把清新的空气变得令人无法忍受。绿色





汽车的一个重要标志是动力源的改进，这是改进汽车动力源的突破口。电动汽车是目前绿色汽车开发的“重头戏”，美国把开发电动汽车作为振兴美国汽车工业的着力点。1995年，美国组建了先进电池基金会，计划到2005年使电池寿命增至15年，充电次数达1500次。目前，美国已研制出一次充电可不间断地行驶160公里，从静止加速到时速100公里仅需几秒钟的电动汽车。另外，德国也研制成功了时速可达150公里，充电一次可行驶150公里的电动汽车。

除电动汽车外，1994年日本推出了只依靠太阳光源行驶的太阳能汽车。这种汽车长1.5米，装有16个晶体太阳能电池，重量只有150公斤，最高时速达150公里。

从长远讲，氢能汽车最有前途。液氢燃料是把水分解成氢、氧而制取的，几乎取之不尽，燃烧后排出的水也不会造成污染。1989年到1993年间，德国奔驰汽车公司利用氢作燃料的小型客车和货车已在柏林和斯图加特进行了行车试验。1994年，日本也制造了一辆使用液氢发动机的汽车，时速可达150公里，灌注一次液氢可连续行驶160公里。

绿色汽车还有一个重要特征是废弃后可以重新回收利用，这是对世纪汽车工业提出的战略性要





求。为此一些发达国家已经开始执行所谓的“汽车拆卸回收计划”，即在各种零件上标以材料的代号，以便日后拆卸分类，再生利用。

## 伸向空中的“触须”

无线电“天线”的发明家波波夫是南美洲人，它发明了世界上第一根无线电天线。当时人们把“天线”叫做无线电的“触须”。波波夫用许多轻气球系着一根铜线悬吊在天空，这是一根对电磁波感应灵敏度很高的“触须”，它能够感觉很远地方的雷电。

人们早就发现一只带正电荷的铜小球和一只带负电荷的铜小球相互放电时会产生发射电磁波的现象。这就是电偶极子振荡而发射的电磁波。把这对小球拉开并伸展到天空上电磁波的作用会传得更远。天线就是基于这种现象传到天空中的导线。

天线对于发射和接收都有一定的特性，就好像用传声筒一样，面对的方向，叫到的声音特别响声。天线具有“方向性”和“响度”，在电磁学中“响度”的意思是用电磁场的“强度”或者“增益”来代替的。

雷达的天线象一个展开的伞，又象一只号角。





电视塔的天线有的象鱼骨。这都是由其在方向性方面的要求所决定的。飞机场周围表标天线的作用是一旦飞机进入，信号灯就会自动闪亮，以警告飞机驾驶员，飞机已经进入机场范围。天线的结构形状千姿百态，目的是为了取得种种不同的电磁波辐射形态。

天线和普通导线不同，普通电线里的电流大小通常都一样，而天线上每一点的电流大小是不同的。天线引导电磁波行进，天线的形状尺寸与电磁波波长十分相关，调整天线是为了得到最大的驻波。驻波愈大，天线辐射能力就愈强。相反如果天线长短不合适，电磁波在天线上的行波就形成不了驻波。

实用的广播天线有垂直天线，倒 蕴型天线、栽型天线和环形天线等等。

## 人体电波

人和生物在活动其体内都伴有相应的电现象。这些电的电位变化十分微弱，而且呈一种突然表现的脉冲性居多。经过长时间研究发现生物和人体在健康与生病时电现象有十分明显的对应变化，观察这种对应变化就能进行病情诊断。





如人和动物的心脏在跳动时表现为一个完整的心电图，如果心脏有了毛病那么心电图的波形就会有变化。人的头脑也随思维活动表现出电压的变化，医学上称为脑电波。这种电信号在人睡眠时很平静，而动脑筋的时候电流波动特别大。在人的头部外合适位置贴上如一元硬币大小的银质电极，引入仪器可以测出脑电波。脑电波图可以分析脑部血管出现的各种问题，包括人的精神状况。实验证明人在喜、怒、哀、乐时的脑电波有十分明显的特征。

肌肉运动也会产生肌电信号，肌电信号的电压幅度和心脏表现的电压幅度差不多，约为一毫伏左右，然而他们表现出的各自形态是不相同的。

一种能按照残肢人意志做各种动作的机电假手，就是利用引出残肢部位发出的肌电信号，经大脑感应，指挥肌电假手动作的。这种具有两个自由度的肌电假手是一种复杂的仿生机构。它的手指能开能合，并可按所拿东西的轻重调节握力，手腕可作来回转动。

## 全新概念的“手表”

随着时代的发展，手表已不再仅仅是一种计时





工具，它已经逐步走向电子、通信、信息等领域，在更广阔的天地中大显神通。下面为大家介绍几种功能奇特的手表家族的“新成员”。

能开锁的电子表。澳大利亚制造了一种能看时间、开锁、算帐的电子表，它可用于宾馆饭店的客房管理。凡住进饭店的客人都会领到这样一只电子表。表的记忆库中都编有开锁口令，表内有微型发报机，锁内则有收报机，所以只要把表靠近锁就能把房门打开。这种表一旦丢失，中心台就会立刻向门锁和计算器下达指令：不要开锁。

电脑手表。德国在市场上推出一种电脑手表。这种新式手表大小同普通手表无异，但内装一块能储存 256 个数据组的微芯片，每组 16 个符号，可以帮助用户记忆信用卡和支票的密码，提醒用户的生日。另外，这种新式手表上还安装有一组光电二极管，能同计算机进行信息交流。

新型多功能手表。美国泰梅克制表公司与世界上最大的软件公司合作开发出一种名为“数据链”的新型手表。它只需简单地把它对准计算机屏幕就能与微机联系，并将数据显示在与表盘合成一体的液晶显示器上。使用这种手表的用户可在他们的微机上输入和编辑数据，选择信息，然后将手表表盘在 15 至 30 厘米的距离内对准屏幕，信息就可载入





表内。

具有电视电话功能的手表。荷兰飞利浦公司正在研制一种具有电视、移动电话功能的新型手表，它代表了世界上许多高级实验室正在研制的一种新技术。这种新技术可使手表的主人随时与未来的信息高速公路相连，随时与人通话，接收电视节目等。

信息手表。日本精工公司于 1999 年底推出了一种“信息手表”，它将 手机和调频收音机合二为一，可以为用户提供无线寻呼和信息传递服务。精工“信息手表”已在美国的洛杉矶等地区得到了应用，售价为 100 美元，每月须交纳 10 美元的新闻服务费和 5 美元的寻呼服务费。专家预言：因为信息手表能够充当多种信息的传递和处理工具，因此它的出现和普及是信息社会发展的必然。信息手表将是对世纪的大众化商品。随着社会的发展，还会有更多形式多样的信息手表出现，从而更好地造福人类，服务社会。

具有记事本功能的手表。英国环球通信公司发明了一种具有记事本功能的手表，它的外观和计时功能都如同普通电子表，不同的是它可存贮 1000 条信息，可以记录电话号码、约会时间和其它事项，可在设定的约会时间之前发出警告声，提醒用户按







时赴约。这种手表输入信息时也需要借助一台个人电脑和一张特制的软盘。

人体保健手表。这种手表的功能相当于一个随身的“保健医生”，它可以随时测出人体的血压、脉搏、体温以及营养状况等参数，使人们随时掌握自己的身体健康状况，达到防病治病的目的。

总之，由于手表携带方便、使用灵巧，因此许多领域的科学家都把目光投在这方寸之地上。随着微电子技术的不断发展，手表的种类将会越来越多，我们的生活也将越来越方便、多彩。

## 功能不凡的小卡片——**甬**卡

从1995年新年伊始，中央电视台“东方时空”栏目向全国报道了一条让人兴奋的消息：从1995年起，海南省将在全省银行系统推广使用通用**甬**智能卡。并称，这是我国金融领域的又一次“革命”，它的使用将为我国金融支付手段与世界接轨产生深远的影响。

如此功效不凡的**甬**智能卡到底是什么呢？这还得先从它的前辈——磁卡说起。对于磁卡，我们并不陌生，它已进入了我们的日常生活中，我们打电话用的邮政专用储值卡，取钱的取款卡，购物





消费时用的信用卡基本上都是磁卡。目前，在全国许多大、中城市都可用信用卡购物；许多银行、储蓄所都设有一个外形酷似游艺机的自动取款机，用户用取款卡就可以取到自己所需的现金，非常方便。磁卡按其构造可分为两种，一种是在外形像一张扑克牌的塑料卡表面粘贴有一条与录音磁带相似的磁条卡，目前我们常用的各种信用卡，如“长城卡”、“牡丹卡”等均属此类；另一种则是在乙烯塑料卡内层涂有一种磁性涂料的磁性卡，人们称其为**磁卡**。磁卡的记录方法与磁带及计算机用的软盘等相同，都是采用数字磁记录。磁卡要完成信息传递的任务，就必须通过磁卡读写器来完成。磁卡虽然被广泛用于金融流通、交通（高速公路卡、地铁日票卡等）、通信（电话磁卡）、事务管理（身份证卡、借书证卡、医疗磁卡等）、民用等众多领域，但是，由于磁卡存在着存储容量小、功能弱、安全性差等缺点，不能满足高速发展的信息社会的需求。随着超大规模集成电路和大容量存储芯片技术的发展，国外从**1980**年代开始使用**磁卡**。有关专家预言，**磁卡**取代磁卡是社会发展的必然趋势。

“**脱**”是英文 **脱** (即 **集成电路**) 的缩写。**脱卡**即为装有一个或多个集成电路芯片的塑料卡, 所以又称为电子卡。**脱卡**又分为存储卡和智





能卡（又称灵巧卡）两种。它们的区别在于：前者未装微电脑的 **微处理器**（中央处理器），因而只有存储功能；而后者装有一个形状大小类似于硬币的芯片——**微处理器**，它既可以存储信息，又可以处理信息。由于智能卡具有 **微处理器** 存储器及输入输出等组成部分，因此，一张智能卡可以说就是一台微小的计算机。

与磁卡相比，**智能卡**有以下一些优点。

可靠。**智能卡**是由读写设备的接触头与卡片上集成电路的接触点相接触进行信息读写，无任何移动部件，不会出现吃卡、塞卡等现象。另外，**智能卡**抗干扰能力强，具有防磁、防静电的功能。

安全。**智能卡**的所有需保密的信息以及用于安全控制的程序都设置在不可复制的防止外界入侵的存储区中，从而保证了信息的安全性和保密性。在制作过程中，在卡的内部设立相应的密码，从而可以有效地防止假冒。除利用对持卡人密码（简称**密码**）进行验证以保证使用安全外，还可以采用生物认证技术进一步增加安全性。例如通过对持卡人的指纹、笔迹、声音等进行识别来证实卡的有效性。

存储量大。**智能卡**的存储容量一般是磁卡的**五**倍以上。通常可存储 **几千**个字节，现在科学





家还准备将它再增加 10 倍。因此它可以存储大量的各类信息，可以做到一卡多用。

灵活。智能卡可以进行逻辑操作，因而可在不与中心计算机相连的情况下进行安全认证、操作权限认证。此外，用户可要求修改存储在智能卡的个人数据资料，查询剩余额等。

由于智能卡的以上优点，使得它在许多领域都得到了广泛的应用。其中主要有：

——电子付款：如银行金融交易卡、电话付费卡、移动电话卡、电视卡、保健卡、公路收费卡等。

——计算机安全控制：实现对非法进入个人计算机和工作站、非法存取磁盘文件及病毒侵害等问题进行有效的控制及防护。

——电子资料簿：存储个人、设备或部门的多  
种信息，并可根据用户要求对信息进行分级保护。

——身份验证及人事管理：可用于员工证，对  
员工的身份进行验证，还可记录员工的出勤情况、  
休假情况和工作业绩等信息。

智能卡的使用在国外始于 20 年代初。智能卡的使用始于 20 年代后期，最先使用它的是法国电信公司，短短十多年，智能卡以惊人的速度得到了长足的发展，给我们的生活带来了极大的方便。





目前,不少 磁卡都具有“一卡多能”的特点,比如我国海南省通用的 磁卡就同时具有电子钱包、电子存折和电子信用三种功能。在不久的将来,我们只要在口袋里装几张薄薄的卡就可以外出了。磁卡将真正使人类实现“一卡在手,走遍天下”的理想。

## 与你同心——心脏起搏器

如果要在人体的各个器官中评“劳模”,那么第一名非心脏莫属。它一直按照自己特有的节律跳动,伴随人走完风风雨雨的一生。从科学的角度讲,心脏之所以能跳动,是由于心脏位于两个心房之间的顶端有一个称为窦房结的结构,它可以发出电信号,信号沿着心房向心室传导,最后经过一种叫浦肯野氏纤维的组织到达心肌,从而使心肌有节奏地收缩和舒张,形成心脏的搏动。因此,一旦窦房结工作不正常,心房和心室间的心电传导失灵,就会发生心律失常,出现头昏、乏力、心慌、突然昏迷、抽搐、心跳骤停等一系列症状。对于这类心脏病,既不能手术,药物治疗效果也不满意,那么,如何攻克这种最危险也是人体最重要部位的疾病呢?





科学家们经过多年研究，根据电流可以引起肌肉收缩的原理，终于制造出了一种随身的心脏“救护神”——心脏起搏器。

心脏起搏器外形只有火柴盒大小，可以用手术的方法埋在病人的胸部或腰部的皮下组织内，成为病人的“随身医生”。起搏器由低频脉冲发生器、刺激电极和导线、电源等三部分组成。其中振荡器是心脏起搏器的核心，供心脏跳动的电就由此发出。它以恒定不变的电流向电容器充电，当电压升高到一定程度时，晶体管构成的开关便自动接通，把电荷放掉，然后再充电，如此周而复始，形成低频脉冲电流。心脏起搏器有两个电极，一个由起搏器的外壳代替，一个是埋在心脏内膜的电极导管。心内膜的电极导管把起搏器发出的电流脉冲引到心脏，从而帮助心脏有规律地跳动。

心脏起搏器虽然个头小，结构却十分复杂，具有很高的技术性能和工艺要求。它采用了先进的集成电路工艺和锂系列电池。锂电池的能量密度高，自放电很少，可以全密封，无漏液、胀气现象，它体积小，重量轻，可以在体内使用 5 年，甚至可以成为终生能源。它的外壳由化学性能稳定又不受人体排斥的稀有金属钛制成，重量轻，密封性好，可以保证电路不受腐蚀。起搏器的电导管则是由光滑无毒，对人体亲和力好的生物材料制成的，可以





与人体器官和睦相处。

心脏起搏器经过多年发展，已经形成了固定频率起搏器、心房同步型起搏器、心室同步型起搏器、房室顺序型起搏器、全自动型起搏器（即按需型）及程序控制起搏器（即多功能型）等多种品种系列。目前临床使用最多的是按需型和多功能型起搏器。按需型是一种当心律失常时它就工作，心律恢复正常后就停止输电的起搏器，它可以大大节约用电，延长使用时间。多功能型起搏器可以借助体外的自动控制装置，根据不同人的心律对电流的敏感程度，及时调整起搏脉冲的频率和幅度，使心律自动调节。除此之外，人们正在研制微电脑起搏器，这种起搏器可以随病人的情绪、体温、血液循环等情况的变化而自动调节，它的起搏脉冲与心脏自然起搏过程非常相似，从而使病人感觉更舒服。

## 早期的静电研究

1745年左右，德国马德堡市的市长格里克创制了一种机械装置，可以连续摩擦生电。他取一只儿童脑袋一般大的圆形玻璃烧瓶，把碎硫磺放进瓶里，一起加热，使硫磺融溶，在加热过程中不断加硫磺，最后，瓶里充满融化了的硫磺。再插入一根木柄，等硫磺冷却后，打破玻璃，得到一个漂亮对





称的硫磺球。他把硫磺球支在木架上，让硫磺球转动，同时把一只手按在球上摩擦，于是硫磺球就会显示地球吸引万物的特性。另外一张图实验者正举着带电的硫磺球，球体移到哪里，那里一切轻质物体都受到吸引。纸片、羽毛纷纷朝它飞来，水珠滚动，枯叶摇晃。手指靠近，闪光、爆破声，与雷电无异。

为什么格里克会想到做一个旋转的硫磺球来做实验呢？原来他并不是单纯为了演示电现象，而是为了证明地球吸引力乃是某种“星际的精气”，他曾做过许多真空实验，也和这个总目标有关。著名的马德堡半球实验就是他在1654年做的，在这个实验中，他演示了抽空的两个半球在大气压的作用下用十六匹马也没有拉开。

格里克的硫磺球实验确实模拟了地球的吸引作用，甚至还显示了硫磺球的引力比地球引力大。然而，他也发现两者有不同之处。在硫磺球周围，也会有物体被排斥，羽毛在硫磺球和地板之间会上下跳动。格里克开始领悟到，重力并不能归结于电力，它们各有特点。接着，格里克又做了许多电学实验，其中包括电的传导和静电感应，可惜没有得到别人的重视。

格里克发明摩擦起电机的消息和他的真空泵一起在欧洲各国传开了。人们竞相仿制并改进他的起







电机。人们发现，格里克的摩擦起电机其实不必把玻璃瓶打碎，甚至不用硫磺，直接用玻璃瓶就可以做实验。很多人对电感兴趣，有的是为了研究电的性质，有的则是用于表演魔术，让王宫贵族取乐。但是人们在有意无意的探索活动中，逐渐摸清了电的性质。

牛顿对电学也很感兴趣。1666年他用玻璃球起电机研究了电的吸力和斥力、火花放电等现象。1696年10月13日，英国皇家学会热闹非凡，这一天他们有两件新鲜事。一件是牛顿就任皇家学会主席，一件是牛顿任命他的助手豪克斯比担任实验师，牛顿希望在皇家学会提倡实验，恢复实验风气。豪克斯比当众表演了精彩的真空放电实验。他用摩擦起电机使真空发出辉光，说明真空也会产生电的现象。

进一步，豪克斯比还用棉线显示了电力，演示了“电风”。他做了一块玻璃圆柱体，长7英寸（约17.8厘米），直径也为7英寸，周围是一根木箍，上面等距离地连着许多条棉线，当他旋转并摩擦圆柱体时，棉线沿半径方向伸直，趋向一个中心。豪克斯比没有忘记他的恩师，他把这一事实联系到牛顿的宇宙学说，解释说：这些线条就像是受到了重力，沿直线方向吸向中心。

1696年，又有一位英国人格雷，他对电的传导





进行了研究，发现摩擦过的玻璃棒所带的电可以转移到木塞上，再经细绳传到 5 厘米以外的骨质小球。他还让一个小孩做人体带电试验。他用丝绳把小孩吊在顶篷下，在小孩身下放许多轻质物体，例如羽毛之类。然后将摩擦过的玻璃管接触小孩腿部，结果小孩的手和头部都能吸引羽毛。

格雷通过实验，发现了电的传导性，而且分清  
了导体与绝缘体。

下一步进展是法国的杜菲作出的。格雷的实验引起了他很大的兴趣，他总结了前人的经验，提出了许多问题，例如：

是不是所有物体都可以靠摩擦带电，电是不是物质的普遍属性？

是不是所有物体当接解或靠近带电体时都可以获得电？

哪些物体会使电的传递停滞，哪些利于电的传递？哪些物体最容易被带电体吸引？

灑斥力和吸力之间有什么关系？它们之间是否有联系，抑或是完全独立的？

纜在虚空处在压缩空气中，在高温下，电的强度是增还是减？

通電和產生光的能力之間有什麼關係？這一關係可以得出什麼結論？

为了解答这些问题，杜菲进行了一系列实验。





他首先发。现能够带电的不仅限于琥珀之类的物品，任何东西，包括金属都可以带电，于是纠正了前人将物体分为“电的”，和“非电的”两类的做法。为了证实一切物体都可以带电，杜菲以自己的身躯做实验。他让助手用绳子把自己悬吊在天花板上，然后带上电；当另一个人接近他时，从他身上发出电火花，产生噼噼啪啪的声响。

杜菲最大的贡献是分清两种电。他把两小块软木包上金箔，用丝线悬挂在天花板下，取一玻璃棒，用丝绸摩擦后，分别接触这两块软木，结果软木互相排斥。他又做了一个实验，取一松香棒，用羊皮摩擦后接触一软木，而用丝绸摩擦后的玻璃棒接触另一软木，结果发现两块软木互相吸引。他再用其他许多材料继续实验，发现有的相互吸引，有的互相排斥。于是杜菲认定电有两种。他把玻璃产生的电称为“玻璃电”，松香产生的电叫“松香电”。

莱顿瓶的发明使电学研究又上了一个台阶。  
1745年，德国的克莱斯特（~~莱顿~~~~~莱顿~~）做了一个实验。他用铁钉把电通到窄口药瓶中，瓶中盛水，瓶子与其他物体绝缘。原来他是想把电存在水中。读者也许会觉得他的想法太幼稚，请不要讥笑他，原始的观念往往导致科学的重大发明，克莱斯特试验果然有一定效果，他再用铁钉将瓶内的水和





外界接通时，出现了强烈的放电现象。

克莱斯特没有放过这一现象，而是进一步寻找储存电的规律。他发现，瓶口及外表面必须干燥（注：不然电就会沿表面爬走了）；如果瓶里装的是水银或酒精，效果更好。

克萊斯特把這一發現寫信告訴了好幾位友人，他們都回信說重複做了實驗卻沒有能夠得到同樣的結果，原來克萊斯特在信中少說了一句話：實驗者在用釘子通電時，要手持瓶子的外表面，人站在地上（注：也就是說，瓶子的外表面必須接地）。由於這個原因，克萊斯特的發現沒有引起注意。

与此同时，另外有一位实验家在荷兰也做了类似的实验。他是莱顿大学物理学教授穆欣布罗克。他把金属枪管悬挂在空中，与起电机联接，另从枪管引出一根铜线，浸入盛水的玻璃瓶中，助手一只手拿着玻璃瓶，穆欣布罗克在一旁摇摩擦起电机。正在这时，助手无意识地将另一只手碰到枪管，顿时感到电击。于是穆欣布罗克自己来拿瓶子，当他一只手碰到枪管时，果然也遭到强烈电击。

穆欣布罗克不久写信给友人，信中写道：“蒙上帝怜悯，我才免于死。我就是为法兰西王国也不愿再冒这个险了。”信中他详细描述了实验的条件，所用器材和人的姿势。写得如此真切，令有冒险精神的读者无不跃跃欲试。后来这封信公开发表。许





多人重复了莱顿的实验，莱顿瓶也由此得名。

在用莱顿瓶做试验的人当中，有一位法国电学实验家叫诺勒特最出色。他改进了莱顿瓶，大大提高了电的容量。1745年他在巴黎让二百多名僧人（修道士）在巴黎修道院前手拉手排成圆圈，让领头的和排尾的手握莱顿瓶的引线，当莱顿瓶放电时，几百僧人同时跳起来，使在场的贵族们无不目瞪口呆。诺勒特组织的表演使电的声威达到了高潮。

莱顿瓶的神奇不胫而走，消息传到了美利坚合众国，又引出一番轰轰烈烈的情景，这时有一位有名的人物做了许多实验。他就是美国驻英大使富兰克林。

## 能装电的瓶子

17世纪中叶，根据摩擦起电的道理，人们制造了能够携带大量电荷的静电起电机。但是那时人们还不知道怎样保存电荷，每次用电时都使用静电起电机起电，很不方便。这时，有的人就在思考：粮食可以装在麻袋里，水可以装在水桶里，电是看不见、摸不着的东西，能不能也想个什么办法把它装起来呢？

1745年，荷兰莱顿大学的马森布罗克在做电学实验的时候，无意中把一根带电的铁钉放在了玻璃





瓶里。不一会儿，当 he 要把铁钉取出来时，一手拿着瓶子，另一个手刚触及到铁钉，意外地感受到了电的刺激。马森布罗克又重复实验了多次，每次都有这样的感觉。后来，他把起电机携带的电荷用金属线引出来，通进一个玻璃瓶子里。当把起电机拿走以后，他一手握瓶、一手触及金属线时，竟然受到了更加强烈的电刺激，他说“手臂和身体产生了一种无法形容的恐怖感觉，我以为自己的命要没了”。

不久，马森布罗克公布了自己这个意外的发现：把带电的物体放进玻璃瓶里，就可以把电保存起来。多少年来，有多少人为找存放电荷的方法冥思苦想没有成功，而马森布罗克却在无意中解决了这个难题。这真是“有心栽花花不开，无意插柳柳成阴”。

马森布罗克的发现，诞生了电学史上第一个保存电荷的容器。它是一个玻璃瓶，瓶里瓶外分别贴有锡箔，瓶里的锡箔通过金属链跟金属棒连接，棒的上端是一个金属球，露在瓶的外面。由于这个装置是在莱顿城首先制成的，所以叫做莱顿瓶。

莱顿瓶充电时，让带电体跟莱顿瓶上的金属球接触，瓶里的锡箔会通过金属链带上与带电体同性的电荷。由于静电感应的原因，在瓶外锡箔的内表面将出现与瓶里锡箔异性的电荷，而瓶外锡箔的外





表面将出现与瓶里锡箔同性的电荷。由接地的导线与瓶外锡箔的外表面接触就可以把外表面的电荷引入大地，再把这个导线撤去，这样就使瓶外锡箔内表面的电荷保留了下来。然后将带电体撤走以后，瓶里锡箔所带的电荷就可以保留一段比较长的时间了。

如果我们用一个有绝缘把的金属叉（也叫放电叉），使它的一端接触莱顿瓶外的锡箔，另一端靠近金属球，这时就会出现电火花。这就是里外锡箔的异性电荷发生的中和放电现象。在放电以后，莱顿瓶上就不再带有电荷了。

直到今天，莱顿瓶作为最简单的贮电容器，仍然是电学实验中的一种重要的仪器。后来，在莱顿瓶基础上发展起来的电容器，广泛应用在无线电技术的各个方面，成为发展现代科学技术不可缺少的电器元件。

## 深海报警

船舶或飞机在大洋中失事时，如无法用无线电发出求救信号，则可以向深海投掷炸药包作为呼救信号。圆千克炸药在 员千米深的海洋中爆炸时，发出的声波可传播到几千米之外。由几个海岸监听站从不同位置收到的报警声，就能较准确地测定失事





地点并组织营救。用同样的办法也可以测定洲际导弹或宇宙飞船返回时的溅落位置。

声波在深海中传播得远，是因为存在一个深海声道。它与海面、海底都保持一定的距离，声波在这个通道里传播时，很少遭受海面和海底反射时造成的能量损失。这就像人们利用空管子对着讲话，它能把声音传得很远。深海声道具有这一特性，是由于不同深度的海水的温度不同，因而声波传播的速度也不同。在深海声道的上方，温度随深度下降，使声速也随深度下降，即越向上声速越快，声波受海水折射后向下弯曲传播；它的下方为深海同温层，声速随深度的增加而增加，即越向下声速也越快，声波受折射后向上弯曲传播。结果，不同温度的海水层像透镜聚焦一样，把声波的能量聚集在声道内。不仅如此，在深海声道的某些地方，声能特别集中就好像透镜的焦点一样，这些区域叫“会聚区”。在大洋中，每隔 1000~2000 海里就有一个会聚区。正是这种深海声道里的会聚作用和接连不断的会聚区的存在，才使声波能在深海中作超远距离的传播。

