当代青少年素质教育优秀读本

青少年科普丛书

物理故事·物理探秘·物理百科

万物之理的物理科学，使人们探索发现并为之创新。
脍炙人口的物理故事，使人们广为流传并为之赞叹。
奇幻无穷的物理猜想，使人们神往并为之不懈探索。



追寻物理本质

不胜枚举的物理百科，使人们博学并为之努力发现。

宁正新／主编



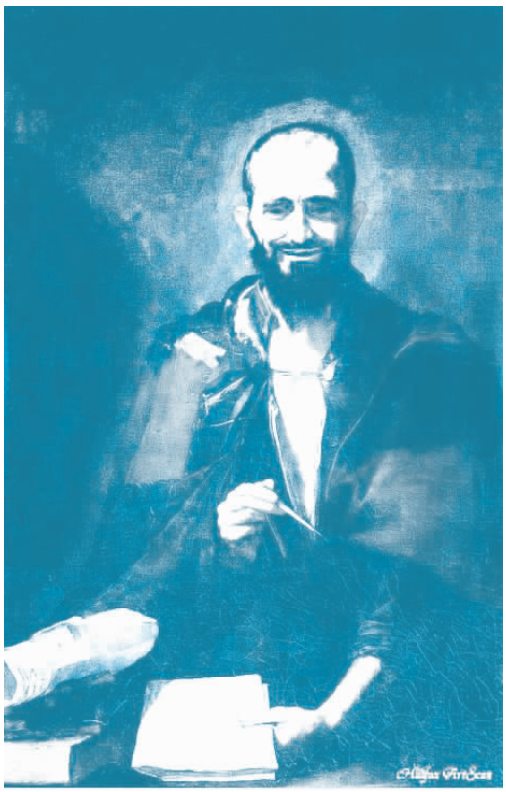
全国百佳出版社
中央编译出版社
Central Compilation & Translation Press

W物理故事
WU LI GU SHI

浮力定律的发现

善于观察思考的成果

阿基米德是古希腊最具有现代精神的伟大物理学家，浮力定律是由阿基米德发现的。阿基米德是古希腊杰出的数学和力学奠基人,自幼聪颖好学，是一位善于观察思考并重理论与实践相结合的科学家。他对待科学研究的态度是勇于革新、勇于创造而又严肃认真，曾在几何学、静力学以及机械的发明创造方面取得了巨大的成就。



阿基米德

浮力定律现在又称阿基米德定律。这一定律的发现和一个有趣的故事有关。有一次阿基米德在众目睽睽之下光着身子从澡堂里飞奔而出，欢呼雀跃，周围的人都不知究竟发生了什么事使这位大学者忘乎所以。原来叙拉古国王曾命令金匠做了一顶纯金的王冠，新王冠做得十分精巧，纤细的金线密密地织成了各种花样，而且也非常合适，国王十分高兴。但是转念一想：我给了工匠 15 两黄金，会不会被他们私吞几两呢？因此马上叫人拿秤来称，不多不少，正好是 15 两。但这时一个大臣站出来说：“重量一样并不等于黄金没有少，万一金匠在黄金中掺进了银子或其他的东西，重量可以不变，但王冠已不是纯金的了。”国王一听觉得很有道理，但有什么办法既不损坏王冠又能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。阿基米德好几天想不出什么好主意，废寝忘食，近乎痴迷，这时朋友劝他去洗个澡，放松放松。阿基米德在洗澡时突然注意到，当他坐到满满一盆水里去时，水从盆边溢到了盆外，他脑子里灵光一闪，猛地从澡盆里跳出，来不及穿上衣服就狂奔回家。他在家里做好了实验，来到国王面前，把盛满水的一个大盆放在一只大盘子里，又请国王拿出一块 15 两重

的黄金和两只一样大小的杯子。然后，阿基米德取过王冠，放在盆子里，水溢出来，阿基米德把溢出来的水都装进一只杯子里。然后用同样的方法把 15 两黄金溢出来的水装进另一只杯子里。最后他拿着两只杯子走到国王面前，说道：“陛下，请您比较一下，这两只杯子里的水一样多吗?”国王一眼就看到一只多一只少。于是阿基米德肯定地说：“王冠里一定掺了银或者其他的金属，它不是纯金的。”原来阿基米德利用了物质的密度、体积和质量的相互关系，同一物质的密度是固定的，即质量与体积之比是一个确定的数。这样，如果王冠是纯金的，它所排出的水应该与 15 两纯金所排出的水的体积一样，如果不一样，那么王冠里肯定掺了其他金属。这就是著名的浮力定律，为了纪念这位伟大的科学家，人们把浮力定律命名为阿基米德定律。不过，阿基米德的贡献并不限于回答了国王的疑问，今天，潜水艇的沉浮，气球和飞艇的飞行，制造巨型舰船，水中悬浮隧道……都离不开阿基米德原理。

潜水艇在军事上运用非常广泛，浸没在水中的潜水艇排开水的体积，无论下潜多深，始终不变，所以潜水艇所受的浮力始终不变。潜水艇的上浮和下沉是靠压缩空气调节水舱里水的多少来控制自身的重力而实现的。若要下沉，潜艇主压载水舱可以注满水，增加重量，抵消其储备浮力；若要上浮，可以用压缩空气把主压载水舱内的水排出，减小重量，恢复储备浮力。在潜水艇浮出海面的过程中，因为排开水的体积减小，所以浮力逐渐减小，当它在海面上行驶时，受到的浮力大小等于潜水艇的重力，它能够在海中灵活上浮和下沉。气球和飞艇里充的是密度小于空气的气体，热气球里充的是被燃烧器加热、体积膨胀、密度变小了的热空气。当球囊内的空气被加热，变轻产生浮力就可以升上天空，若要使充氦气或氢气的气球或飞艇降回地面，可以放出球内的一部分气体，使气球体积缩小，浮力减小，使 $F_{浮}<G_{球}$；停止加热，热空气冷却，气球体积就会缩小，减小浮力，或者降回地面。钢铁制造的轮船，由于船体是空心的，使它排开水的体积增大，受到的浮力增大，这时船受到的浮力等于自身的重力，所以能浮在水面上，它是利用物体漂浮在液面的条件 $F_{浮}=G_{船}$来工作的，只要船的重力不变，无论船在海里还是河里，它受到的浮力不变。根据阿基米德原理，船在海里和河里浸入水中的体积不同，轮船的大小通常用它的排水量来表示，所谓排水量就是指轮船在满载时排开水的质量。轮船满载时受到的浮力 $F_{浮}=G_{排}$，所以轮船是漂浮在液面上的。

2007 年，中国科学院力学研究所与意大利阿基米德桥公司的合作项目——世界首座阿基米德桥（即水中悬浮隧道）的样桥将在中国浙江省千岛湖建造。阿基米德桥学名为水中悬浮隧道，不过与隧道不同，阿基米德桥是借助于浮力浮于水中的；与一般的桥也不同，对于浮力大于重力的阿基米德桥，它和水底的连接方式与一般的桥相反。阿基米德桥是利用悬浮隧道技术，通过锚来固定的水下隧道。意大利阿基米德桥公司总裁埃利奥·马塔切纳博士说，阿基米德桥样桥的建设将成为内陆湖泊和海峡交通技术领域的一次革命。他说，中国科学院选定浙江千岛湖作为建设样桥地点，样

桥长度为 100 米。样桥建造将为在浙江省金塘海峡设计和建造 3300 米长的水下悬浮隧道提供参考。阿基米德桥依据阿基米德浮力定律而建造，其横截面呈椭圆形或圆形，正中为公路，分为上下两层，单向行驶，两侧为铁路。其体积所产生的浮力足以使它浮在水中，因此需要用钢缆将其固定于水下，以免浮力过大而上升，影响海面船只航行。

阿基米德的著作《论浮体》成为水力学的奠基石。《论浮体》是古代第一部流体静力学著作，阿基米德因此而被尊为流体静力学的创始人。20 世纪之前，《论浮体》只有莫贝克 13 世纪时的拉丁文译本，1906 年，海伯格发现了羊皮纸上的希腊原文，但不完全。现传的本子是两种文字参照编成的。上卷的命题 7 给出著名的“阿基米德原理”：重于流体的固体，放在流体中，所减轻的重量，等于排去流体的重量。这个原理因和他解决王冠问题联系在一起而脍炙人口。下卷的 10 个命题详细地讨论了正回旋抛物体在流体中的稳定性，研究了不同的高与底的比、具有不同的比重及在流体中处于不同位置时这种立体的形态，在推理中运用了高度的计算技巧。

物理链接 WU LI LIAN JIE 物理链接 WU LI LIAN JIE 物理链接 WU LI LIA

阿基米德生平

阿基米德，古希腊著名的数学家、物理学家，静力学和流体静力学的奠基人，也是具有传奇色彩的人物。公元前 287 年，阿基米德诞生于西西里岛的叙拉古，他出身于贵族家庭，与叙拉古的赫农王有亲戚关系，他 11 岁时，借助与王室的关系，被送到古希腊文化中心亚历山大里亚城，亚历山大里亚位于尼罗河口，是当时文化贸易的中心之一，被世人誉为“智慧之都”。阿基米德在这里学习和生活了许多年，他在学习期间对数学、力学和天文学有着浓厚的兴趣。在他学习天文学时，发明了用水利推动的星球仪，并用它模拟太阳、行星和月亮的运行及演示日食和月食现象。为解决土地灌溉的难题，他发明了圆筒状的螺旋扬水器，后人称它为“阿基米德螺旋”。公元前 240 年，阿基米德回叙拉古，当了赫农王的顾问，帮助国王解决生产实践、军事技术和日常生活中的各种科学技术问题。公元前 212 年，古罗马军队攻陷叙拉古，阿基米德不幸被蛮横的罗马士兵杀死，终年 75 岁。阿基米德的遗体葬在西西里岛，墓碑上刻着一个圆柱内切球的图形，以纪念他在几何学上的卓越贡献。

安培与电学

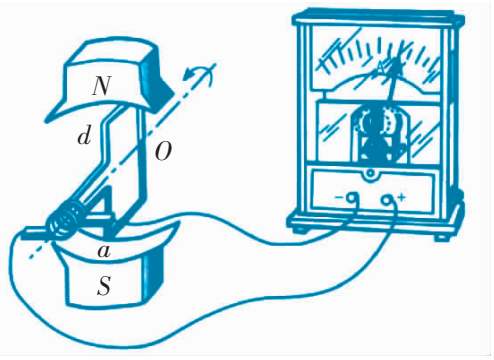
电动力学的开创

安德烈·玛丽·安培，1775 年 1 月 22 日生于法国里昂的一个富商家庭，1802 年他在布尔让–布雷斯中央学校任物理学和化学教授，1808 年被任命为法国帝国大学总学监，此后一直担任此职，1814 年被选为帝国学院数学部成员，1819 年主持巴黎大学哲学讲座，1824 年担任法兰西学院实验物理学教授。

安培在物理学方面的主要贡献是对电磁学中的基本原理有重要发现，如安培定律、安培定则和分子电流等。1820 年 7 月 21 日丹麦物理学家奥斯特发现了电流的磁效应。法国物理学界长期信奉库仑关于电和磁没有关系的信条，这个重大发现使他们受到极大的震动，以阿拉果、安培等为代表的法国物理学家迅速做出反应。8 月末阿拉果在瑞士听到奥斯特成功的消息，立即赶回法国，9 月 11 日就向法国科学院报告了奥斯特的实验细节，安培听了报告之后，第二天就重复了奥斯特的实验，并于 9 月 18 日向法国科学院报告了第一篇论文，提出了磁针转动方向和电流方向的关系服从右手螺旋定则，以后这个定则被命名为安培定则。9 月 25 日安培向法国科学院报告了第二篇论文，提出了电流方向相同的两条平行载流导线互相吸引，电流方向相反的两条平行载流导线互相排斥。10 月 9 日又向法国科学院报告了第三篇论文，阐述了各种形状的曲线载流导线之间的相互作用。后来，安培又做了许多实验，并运用高度的数学技巧于 1826 年总结出电流元之间作用力的定律，描述两电流元之间的相互作用同两个电流元的大小、间距以及相对取向之间的关系。12 月 4 日安培向法国科学院报告了这个成果。后来人们把这个定律称为安培定律。安培并不满足于这些实验研究的成果。1821 年 1 月，他提出了著名的分子电流假设，认为每个分子电流形成 10 个小磁体，这是形成物体宏观磁性的原



安　培



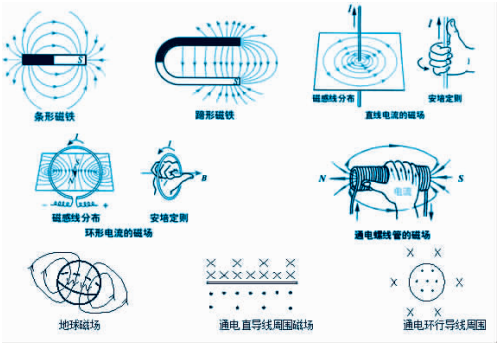
交变电流的产生

因。安培还对比了静力学和动力学的名称，第一个把研究动电的理论称为“电动力学”，并于 1822 年出版了《电动力学的观察汇编》。1827 年，安培将他的电磁现象的研究综合在《电动力学现象的数学理论》一书中，这是电磁学史上一部重要的经典论著，对以后电磁学的发展起了深远的影响。此外，安培还发现，电流在线圈中流动的时候表现出来的磁性和磁铁相似，创制出第一个螺线管，在这个基础上发明了探测和量度电流的电流计。

安培根据磁是由运动的电荷产生的这一观点来说明地磁的成因和物质的磁性，提出了著名的分子电流假说。安培认为构成磁体的分子内部存在一种环形电流——分子电流。由于分子电流的存在，每个磁分子成为小磁体，两侧相当于两个磁极。通常情况下磁体分子的分子电流取向是杂乱无章的，它们产生的磁场互相抵消，对外不显磁性。当外界磁场作用后，分子电流的取向大致相同，分子间相邻的电流作用抵消，而表面部分未抵消，它们的效果显示出宏观磁性。安培的分子电流假说在当时物质结构的知识知甚少的情况下无法证实，它带有相当大的臆测成分；在今天已经了解到物质由分子组成，而分子由原子组成，原子中有绕核运动的电子，安培的分子电流假说有了实在的内容，已成为认识物质磁性的重要依据。

1836 年，安培以大学总学监的身份外出巡视工作，不幸途中染上急性肺炎，医治无效，于 6 月 10 日在马赛去世，终年 61 岁。后人为了纪念安培，用他的名字来命名电流强度的单位，简称“安”。安的符号为 A，定义为：在真空中相距为 1 米的两根无限长平行直导线，通以相等的恒定电流，当每根导线上所受作用力为 2×10^{-7}N 时，各导线上的电流为 1 安培。比安培小的电流可以用毫安、微安等单位表示。1 安=1000 毫安，1 毫安=1000 微安。在电池上常见的单位为 mAH（毫安 1 小时），例如 500mAH 代表这节电池能够提供 500mA×1h=1800C（库仑）的电子，亦即提供耗电量为 500mA 的电器使用 1 小时的电量。安培定则表示电流和电流激发磁场的磁感线方向间关系的定则，也叫右手螺旋定则。直线电流的安培定则用右手握住导线，让伸直的大拇指所指的方向跟电流的方向一致，那么弯曲的四指所指的方向就是磁感线的环绕方向。环形电流的安培定则让右手弯曲的四指和环形电流的方向一致，那么伸直的大拇指所指的方向就是环形电流中心轴线上磁感线的方向。直线电流的安培定则对一小段直线电流也适用。环形电流可看成许多小段直线电流组成，对每一小段直线电流用直线电流的安培定则判定出环形电流中心轴线上磁感强度的方向。叠加起来就得到环形电流中心轴线上磁感线的方向。直线电流的安培定则是基本的，环形电流的安培定则可由直线电流的安培定则导出，直线电

流的安培定则对电荷做直线运动产生的磁场也适用，这时电流方向与正电荷运动方向相同，与负电荷运动方向相反。安培滴定法则是利用电解池中电流的变化指示滴定终点的电滴定分析方法，分为一个极化电极的安培滴定法和两个极化电极的安培滴定法。用滴汞电极为极化电极的一个极化电极的安培滴定法称为极谱滴定法。两个极化电极的安培滴定法称为死停终点法或双安培滴定法。



安培定则

安培将他的研究综合在《电动力学现象的数学理论》一书中，成为电磁学史上一部重要的经典论著。麦克斯韦称赞安培的工作是“科学上最光辉的成就之一，还把安培誉为“电学中的牛顿”。安培还是发展测电技术的第一人，他用自动转动的磁针制成测量电流的仪器，以后经过改进称电流计。

安培在他的一生中，只有很短的时期从事物理工作，可是他却能以独特的、透彻的分析，论述带电导线的磁效应，因此我们称他是电动力学的先创者，他是当之无愧的。法国电气公司于 1975 年为纪念物理学家安培诞生 200 周年而设立由巴黎科学院每年授奖一次，奖励一位或几位在纯粹数学、应用数学或物理学领域中研究成果突出的法国科学家的奖项。

物理链接 WU LI LIAN JIE 物理链接 WU LI LIAN JIE 物理链接 WU LI LIA

安培的趣事轶事

安培思考科学问题专心致志，据说有一次，安培正慢慢地向他任教的学校走去，边走边思索着一个电学问题。经过塞纳河的时候，他随手拣起一块鹅卵石装进口袋。过一会儿，又从口袋里掏出来扔到河里。到学校后，他走进教室，习惯地掏怀表看时间，拿出来的却是一块鹅卵石。原来，怀表已被扔进了塞纳河。还有一次，安培在街上行走，走着走着，想出了一个电学问题的算式，正为没有地方运算而发愁。突然，他见到面前有一块“黑板”，就拿出随身携带的粉笔，在上面运算起来。那“黑板”原来是一辆马车的车厢背面。马车走动了，他也跟着走，边走边写；马车越来越快，他就跑了起来，一心一意要完成他的推导，直到他实在追不上马车了才停下脚步。安培这个失常的行动，使街上的人笑得前仰后合。

伏打电堆的发明

电学发展新时代的开创

1800 年 3 月 20 日，意大利的伏打教授发明了世界上第一个发电器——伏打电堆，也就是电池组，开创了电学发展的新时代。当时对于电已经有相当的认识（静电、导电、电的种类），加上对雷电的正确了解，尤其是避雷针的研制成功，消除了人们对雷电的畏惧，特别是蓄电装置的发现后，科学家开始思索如何能够有效地运用电。

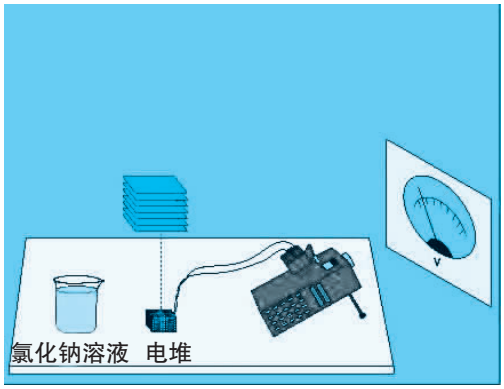
说到伏打电池的发明还有一段有趣的故事。这要从电流的发现者伽伐尼说起，伽伐尼是伏打的好朋友，他是一名解剖学家和生物学家，他的妻子因健康原因要经常吃蛙腿。1780 年的一天，伽伐尼把青蛙剥皮后，放在靠近起电机旁的桌子上。当他妻子偶然拿起电机旁的外科手术刀时，刀尖碰到了蛙腿外露的小腿神经，蛙腿抽动起来，好像活的一样。她把这件事告诉了伽伐尼。伽伐尼重复了这个试验，他把蛙腿放在玻璃板上，用两把叉子，一个叉尖是铜的，另一个叉尖是铁的，去碰蛙腿的神经和肌肉，每碰一下，蛙腿就引缩一次。为了探究这个现象的原因，伽伐尼选择了各种不同的条件，重复这个实验。开始，伽伐尼用铜丝把青蛙与铁窗相连，无论雨天还是晴天做实验，青蛙的腿都有痉挛的现象。接着，他只用铜丝去接触蛙腿，蛙腿却不发生痉挛。后来，他找了一间封闭的房间将青蛙放在铁板上，用铜丝去接触它，结果和以前一样，又发生了收缩，这就排除了外来电的可能性。伽伐尼选择不同的日子，不同的时间，用各种不同的金属多次重复，总是得到相同的结果，只是在使用某些金属时，收缩更强烈而已。后来他又用各种不同的物体来做这个实验，但用诸如玻璃、橡胶、松香、石头和干木头做这个实验时，都不出现这个现象。进一步的实验使伽伐尼认为蛙的神经中有电源，很可能是从神经到肌肉的特殊电流质引起的“动物电”。伽伐



伏　打

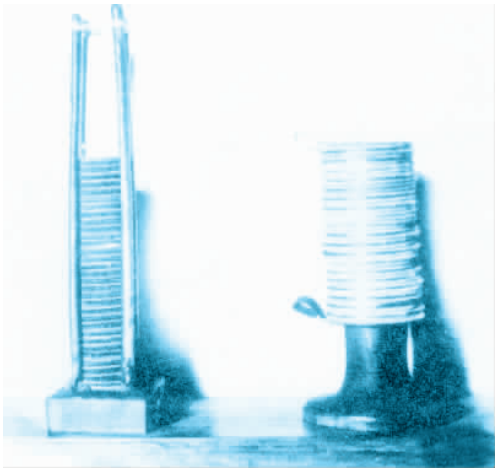
尼的实验使许多科学家感到惊奇。伏打在1792～1796年重复伽伐尼的实验时发现，只要用两种不同金属互相接触，中间隔以湿的硬纸、皮革或其他海绵状的东西，不管有没有蛙腿，都有电流产生，从而否定了动物电的观点。伏打认识到蛙腿收缩只是放电过程的一种表现，两种不同金属的接触才是电流现象的真正原因。根据各种金属接触的实验结果，伏打列出了锌–铅–锡–铁–铜–银–金的次序，这就是著名的伏打序列。其中两种金属相接触时，位于序列前面的带正电、后面的带负电。

伏打在伽伐尼实验的基础上，致力研究两种不同金属的接触。他得出了新的结论，认为两金属不仅仅是作导体，而且是由它们产生电流的。用伏打自己的话来说：金属是真正的电流激发者，而神经是被动的。伏打并把这种电流命名为“金属的”或“接触的”电流。伏打不仅发现两种不同金属接触时会发生电流效应，而且发现当金属浸入某些液体时，也会有同样的效应。伏打开始是用几只碗盛了盐水，把几对黄铜和锌做成的电极连接起来，就有电流产生。1800年，伏打在给伦敦皇家学会会长约瑟爵士的一封信中，宣布了一个重要的发现。他说：“用30块、40块、60块或更多的铜片（最好是用银片）每一铜片都和一块锡片（最好是锌片）接触，并且用相同数目的水层或比纯水更好些的导电液体层，如食盐水、碱水等，或是浸透这些液体的纸壳或皮革……，在桌子上或台子上，水平地放一块金属片，例如银片，在这一片上我放上第二片，即锌片；在第二片上我放上了一张浸液



伏打电堆

片；然后放上另一块银片，紧接着是另一块锌片，上面放上一张浸液片。如此，我以同样的方式，总是在同一方向上，把银片和锌片合起来，那就是说总是银在下面锌在上面，或者相反，这要看我是怎样开始放的，在两对合起来的片子之间，都夹上一层浸液片。我如此继续下去，就形成了一个高到不致自己垮下来的圆柱。”伏打证明这个堆的一端带正电，另一端带负电，这就是伏打电堆，当时引起了极大的轰动。在伏打之前，人们只能应用摩擦发电机，运用旋转发电，再将电存放在莱顿瓶中，以供使用，这种方式相当麻烦，所得的电量也受限制。伏打电池的发明改进了这些缺点，使得电的取得变得非常方便，现在电气所带来的文明，伏打电池是一个重要的起步，他带动后续电气相关研究的蓬勃发展，后来利用电磁感应原理的电动机和发电机研发成功也得归功于它，而发电机之后电气文明的开始，导致第二次产业革命改变人类社会的结构。伏打电堆的发明，提供了产生恒定电流的电源——化学电源，使人们有可能从各个方面研究电流的各种效应。从此，电学



伏打电堆

进入了一个飞速发展的时期——电流和电磁效应的新时期。直到现在，我们用的干电池就是经过改进后的伏打电池。干电池中用氯化铵的糊状物代替了盐水，用石墨棒代替了铜板作为电池的正极，而外壳仍然用锌皮作为电池的负极。

伏打电池的发明，使得科学家可以用比较大的持续电流来进行各种电学研究，促使电学研究有一个巨大的进展。伏打的成就受到各界普遍赞赏，科学界用他的姓氏命名电势，电势差（电压）的单位，为“伏特”（就是伏打，音译演变的），简称“伏”。据说法国皇帝拿破仑一世 1801 年 9 月 26 日特地召伏打到巴黎，在一次专门的学术会议上伏打当众做了实验演示，亲临观看的拿破仑一世把一枚特制的金质奖章授予伏打，并封他为伯爵。

伏打于 1769 年发表《论电的吸引》。1775 年发明起电盘。1776 年发现沼气。1778 年建立导体的电容 C、电荷 Q 及其张力 T（即电位差）之间的关系式：$Q=CT$。1787 年发明灵敏的麦秸静电计。1776 年发现沼气。他还发明了气体燃化计（可研究气体燃烧时容积变化）等。

物理链接 WU LI LIAN JIE 物理链接 WU LI LIAN JIE 物理链接 WU LI LIA

青蛙腿的启示

意大利波洛尼亚大学的解剖学教授贾法尼经常利用电击研究生物反应，1780 年秋天他无意间发现，即使在没通电源的情况下，剥下来的青蛙腿也会发生痉挛的现象，后来经过十年的研究，在 1791 年发表成果。他一直认为这是一种由动物本身的生理现象所产生的电，称为动物电，因此开发了一支新的科学电生理学的研究。同时也带动了电流研究的开始，促使电池的发明。关于这次意外地发现说法如下：一次寻常的闪电，使贾法尼解剖室台上的起电机发生电气火花的同时，放在桌子上与钳子和镊子环连接触的一只青蛙腿发生痉挛的现象，而此时起电机与青蛙腿之间并无导体连接。接着他把青蛙腿的一只脚吊高，再用黄铜钩刺在脊髓上，并使其接触银制的台板，让另一只脚可以在台板上方自由活动，当它碰到银台时，脚的肌肉收缩而离开台板，但是离开台板后即又再度伸长碰到银台，如此反复摇摆。如果将钩与台改换成同一种金属，就看不到这种现象。

电的探索发现

科学终将战胜愚昧

富兰克林 1706 年 1 月 27 日生于波士顿一个工人家庭，由于家庭贫寒，10 岁便辍学回家做工，12 岁起在印刷所当学徒、帮工，但他刻苦好学，在掌握印刷技术之余，还广泛阅读文学、历史、哲学方面的著作，自学数学和 4 门外语，潜心练习写作。他说：“读书是我唯一的娱乐。”他常常在做完一天的工作后，到印刷厂的图书室阅读各种各样的书籍。有时看得入迷，直到夜幕降临，焦急的母亲来工厂找他，他才回家。所有这一切为他在一生中取得多方面的成就打下了坚实的基础。

1746 年，一位英国学者在波士顿利用玻璃管和莱顿瓶表演了电学实验，富兰克林怀着极大的兴趣观看了他的表演，并被电学这一刚刚兴起的科学强烈地吸引住了，心中激起了探求欲望，他买下了全部展品，他在伦敦英国皇家学会结识的朋友柯林森得知后，又给他寄来了大批书籍、电学著作和某些摩擦起电的设备。富兰克林和费城哲学会的朋友们一起进行了许多电学实验和理论探索，研究了两种电荷的性能，说明了电的来源和在物质中存在的现象。

18 世纪以前，人们还不能正确地认识雷电到底是什么。当时人们普遍相信雷电是上帝发怒的说法。一些不信上帝的有识之士曾试图解释雷电的起因，但从未获得成功，学术界比较流行的观点是认为雷电是“气体爆炸”的现象。在一次试验中，富兰克林的妻子丽德不小心碰到了莱顿瓶，一团电火闪过，丽德被击中倒地，面色惨白，足足在家躺了一个星期才恢复健康。这虽然是试验中的一起意外事件，但思维敏捷的富兰克林却由此而想到了空中的雷电。他经过反复思考，断定雷电也是一种放电现象，它和在实验室产生的电在本质上是一样的。于是，他写了一篇名叫《论天空闪电和我们的电气相同》的论文，并送给



风筝实验



富兰克林与儿子做风筝实验

了英国皇家学会。但富兰克林的伟大设想遭到了许多人的嘲笑，有人甚至嗤笑他是“想把上帝和雷电分家的狂人”。富兰克林决心用事实来证明一切。1752 年 6 月的一天，阴云密布，电闪雷鸣，一场暴风雨就要来临了。富兰克林和他的儿子威廉一起，带着装有一个金属杆的风筝来到一个空旷地带。富兰克林高高举起风筝，他的儿子则拉着风筝线飞跑。由于风大，风筝很快就被放上了高空。刹那，雷电交加，大雨倾盆。富兰克林和他的儿子一起拉着风筝线，父子俩焦急的期待着，此时，刚好一道闪电从风筝上掠过，富兰克林用手靠近风筝上的铁丝，立即掠过一阵恐怖的麻木感。他抑制不住内心的激动，大声呼喊：“威廉，我被电击了!”随后，他又将风筝线上的电引入莱顿瓶中。回到家里以后，富兰克林用雷电进行了各种电学实验，证明了天上的雷电与人工摩擦产生的电具有完全相同的性质。富兰克林提出的关于天上和人间的电是同一种东西的假说，在他自己的这次实验中得到了光辉的证实。风筝实验的成功使富兰克林在全世界科学界的名声大振。英国皇家学会给他送来了金质奖章，聘请他担任皇家学会的会员。他的科学著作也被译成了多种语言。他的电学研究取得了初步的胜利。然而，在荣誉和胜利面前，富兰林没有停止对电学的进一步研究。1753 年，俄国著名电学家利赫曼为了验证富兰克林的实验，不幸被雷电击死，这是做电实验的第一个牺牲者。血的代价，使许多人对雷电试验产生了戒心和恐惧，但富兰克林在死亡的威胁面前没有退缩，经过多次试验，他制成了一根实用的避雷针。他把几米长的铁杆，用绝缘材料固定在屋顶，杆上紧拴着一根粗导线，一直通到地里。当雷电袭击房子的时候，它就沿着金属杆通过导线直达大地，房屋建筑完好无损。1754 年，避雷针开始应用，但有些人认为这是个不祥的东西，违反天意会带来旱灾，就在夜里偷偷地把避雷针拆了。然而，科学终将战胜愚昧。一场挟有雷电的狂风过后，大教堂着火了，而装有避雷针的高层房屋却平安无事。事实教育了人们，使人们相信了科学。1752 年富兰克林的论文集《电学实验与研究》出版，特别是风筝实验的报告轰动了欧洲，使人们看到电学是一门有广大前景的科学，避雷针也成了人类破除迷信征服自然的一项重要技术成果，推动了电学、电工学的发展。避雷针相继传到英国、德国、法国，最后普及世界各地。

富兰克林曾把多个莱顿瓶连接起来，储存更多电荷，他用实验证明莱顿瓶内外金属箔所带电荷数量相等，电性相反。1747 年 5 月 25 日他在给柯林森的信中，提出了电的单流质理论，并用数学上的正负来表示多余或缺少这种电流质。他还认为摩擦起电只是使电荷转移而不是创生，所生电荷的正负必须严格相等——这个思想后来发展为电学中的基

本定律之一——电荷守恒定律，他利用这一理论说明了带介质的电容器原理。

富兰克林对科学的贡献不仅在静电学方面，他的研究范围极其广泛。在热学中，他改良了取暖的炉子，可以节省3/4燃料，被称为“富兰克林炉”；在光学方面，他发明了老年人用的双焦距眼镜，戴上这种眼镜既可以看清近处的东西，也可看清远处的东西。他和剑桥大学的哈特莱共同利用醚的蒸发得到–25℃的低温，创造了蒸发制冷的理论。此外，他对气象、地质、声学及海洋航行等方面都有研究，并取得了不少成就。在大气电学方面揭示了雷电现象的本质，被誉为“第二个普罗米修斯”。



富兰克林

物理链接 WU LI LIAN JIE 物理链接 WU LI LIAN JIE 物理链接 WU LI LIA

富兰克林逝世

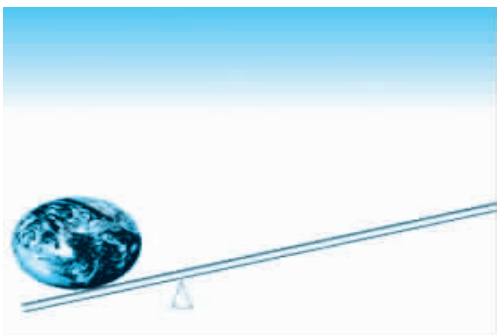
富兰克林人生的最后一个冬天是在亲人环护中度过的。1790年4月17日，晚上11点，富兰克林溘然逝世。那时，他的孙子谭波尔和本杰明正陪在他的身边。4月21日，费城人民为他举行了葬礼，两万多人参加了出殡队伍，为富兰克林的逝世服丧一个月以示哀悼。富兰克林就这样走完了他人生路上的84度春秋，静静地躺在教堂院子里的墓穴中，第一块墓碑立于富兰克林逝世时，碑文是：印刷工本杰明·富兰克林。第二块墓碑是群众在他逝后立的，碑文是：“从苍天处取得闪电，从暴君处取得民权”。两句碑文概括了他一生中的两件辉煌的事业。

杠杆原理的发现探知

“给我一个支点我就能举起地球”

公元前 1500 年前左右的埃及，就有人用杠杆来抬起重物，不过人们不知道它的道理。阿基米德潜心研究了这个现象并发现了杠杆原理。

在阿基米德发现杠杆原理之前，埃及人用杠杆抬起重物是没有人能够解释的。当时，有的哲学家在谈到这个问题的时候，一口咬定说，这是“魔性”。阿基米德却不承认是什么“魔性”。阿基米德确立了杠杆定律后，就推断说，只要能够取得适当的杠杆长度，任何重量都可以用很小的力量举起来。据说他曾经说过这样的豪言壮语：“给我一个支点我就能举起地球”叙拉古国王听说后，对阿基米德说：“凭着宙斯起誓，你说的事真是奇怪，阿基米德!”阿基米德向国王解释了杠杆的特性以后，国王说：“到哪里去找一个支点，把地球撬起来呢?”“这样的支点是没有的。”阿基米德回答说。“那么，要叫人相信力学的神力就不可能了?”国王说。“不，不，你误会了，陛下，我能够给你举出别的例子。”阿基米德说。国王说：“你太吹牛了！你且替我推动一个重的东西，看你讲的话怎样。”当时国王正有一个困难的问题，就是他替埃及国王造了一艘很大的船。船造好后，动员了叙拉古全城的人，也没法把它推下水。阿基米德说：“好吧，我替你来推这一只船吧。”阿基米德离开国王后，就利用杠杆和滑轮的原理，设计、制造了一套巧妙的机械。把一切都准备好后，阿基米德请国王来观看大船下水。他把一根粗绳的末端交给国王，让国王轻轻拉一下。顿时，那艘大船慢慢移动起来，顺利地滑下了水里，国王和大臣们看到这样的奇迹，好像看耍魔术一样，惊奇不已！于是，国王信服了阿基米德，并向全国发出布告:“从此以后，无论阿基米德讲什么，都要相信他……”



杠杆原理

杠杆原理也称“杠杆平衡条件”。要使杠杆平衡，作用在杠杆上的两个力（用力点、支点和阻力点）的大小跟它们的力臂成反比。动力×动力臂=阻力×阻力臂，用代数式表示为 $F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$。从上式可看出，欲使杠杆达到平衡，动力臂是阻力臂的几倍，动力就是阻力的几分之一。阿

基米德在《论平面图形的平衡》一书中最早提出了杠杆原理。他首先把杠杆实际应用中的一些经验知识当作“不证自明的公理”，然后从这些公理出发，运用几何学通过严密的逻辑论证，得出了杠杆原理。即“二重物平衡时，它们离支点的距离与重成反比。”这些公理是：(1) 在无重量的杆的两端离支点相等的距离处挂上相等的重量，它们将平衡；(2) 在无重量的杆的两端离支点相等的距离处挂上不相等的重量，重的一端将下倾；(3) 在无重量的杆的两端离支点不相等距离处挂上相等重量，距离远的一端将下倾；(4) 一个重物的作用可以用几个均匀分布的重物的作用来代替，只要重心的位置保持不变。相反，几个均匀分布的重物可以用一个悬挂在它们的重心处的重物来代替；似图形的重心以相似的方式分布……

阿基米德对杠杆的研究不仅仅停留在理论方面，而且据此原理还进行了一系列的发明创造。地中海沿岸的罗马王朝与迦太基强国常年征战不断。叙拉古则是个夹在迦、罗两个强国中的城邦小国,在这种长期的战争风云中，常常随着两个强国的胜负而弃弱附强，飘忽不定。在一次战争中阿基米德制造了一些特大的弩弓——发石机。只要将弩上转轴的摇柄用力扳动,那与摇柄相连的牛筋又拉紧许多根牛筋组成的粗弓弦，拉到最紧时，再突然一放，弓弦就带动载石装置,把石头高高地抛出城外，可落到 1000 多米远的地方。原来这杠杆原理并不是简单使用一根直棍撬东西,比如水井上的辘轳，它的支点是辘轳的轴心，重臂是辘轳的半径,它的力臂是摇柄,摇柄一定要比辘轳的半径长，打起水来就很省力，阿基米德的发石机也是运用这个原理。罗马人哪里知道叙拉古城有这新玩意儿，只听见城里隐约传来吱吱呀呀的响声，接着城头上就飞出大大小小的石块，开始时大小如碗如拳一般，以后越来越大，简直有如锅盆，山洪般地倾泻下来，石头落在敌人阵中，士兵们连忙举盾护体，谁知石头又重，速度又急，一下子连盾带人都砸成一团肉泥。罗马人渐渐支持不住了，连滚带爬地逃命,这时叙拉古的城头又射出了密集的利箭，罗马人的背后无盾牌和铁甲抵挡，那利箭直穿背股，哭天喊地，好不凄惨。

就在马赛拉斯刚被打败不久，海军统帅古劳狄乌斯也派人送来了战报。原来，当陆军从西北攻城时，罗马海军从东南海面上也发动了攻势，罗马海军原来并不十分厉害，后来发明了一种舷钩装在船上，遇到敌舰时钩住对方,士兵们再跃上敌舰,变海战为陆战，占一定的优势,今天克劳狄乌斯为了对付叙拉古还特意将兵舰包上了一层铁甲，准备了云梯，并号令士兵，只许前进，不许后退，奇怪的是，这天叙拉古的城头却分外安静，墙的后面看不到一卒一兵,只是远远望见几副木头架子立在城头。当罗马战船开到城下，士兵们拿着云梯正要往墙上搭的时候,突然那些木架上垂下来一条条铁链,链头上有铁钩、铁爪，钩住了罗马海军的战船,任水兵们怎样使劲划桨都徒劳无功,那战船再也不能挪动半步,他们用刀砍，用火烧，大铁链分毫无损，正当船上一片惊慌时，只见大木架上的木轮又“嘎嘎”地转动起来，接着铁链越拉越紧，船渐渐地被吊起离开了水面，随着船身的倾斜，士兵们纷纷掉进了海里,桅

杆也被折断了，船身被吊到半空中,这个大木架还会左右转动，于是那一艘艘战舰就像荡秋千一样在空中摇荡，然后有的被摔到城墙上或礁石上，成了堆碎片；有的被吊过城墙，成了叙拉古人的战利品。这时叙拉古的城头上还是静悄悄的，没有人射箭，也没有人呐喊，好像是座空城,只有那几副怪物似的木架，不时伸下一个个大钩钩走一艘艘战船，罗马人看着这“嘎嘎”作响的怪物,吓得全身哆嗦，手腿发软，只听到海面上一片哭喊声和落水碰石后的呼救声。

克劳狄乌斯在战报中说:“我们根本看不见敌人,就像在和一只木桶打仗。”阿基米德的这些“怪物”原来也是利用了杠杆原理，并加了滑轮。经过这场大战，罗马人损兵折将，还白白丢了许多武器和战船，可是却连阿基米德的面都没见到。在保卫叙拉古免受罗马海军袭击的战斗中，阿基米德利用杠杆原理制造了远、近距离的投石器，利用它射出各种飞弹和巨石攻击敌人，曾把罗马人阻于叙拉古城外达 3 年之久。

物理链接 WU LI LIAN JIE 物理链接 WU LI LIAN JIE 物理链接 WU LI LIA

我国关于杠杆的最早记载

我国历史上也早有关于杠杆的记载。战国时代的墨子曾经总结过这方面的规律，在《墨经》中就有两条专门记载杠杆原理的。一条说：“衡木，加重焉而不挠，极胜重也；右校交绳，无加焉而挠，极不胜重也。”意思是说：在横杆的一端加上重物而不致发生偏转（“挠”），那一定是预先固定有石块的一端（即“极”）的转矩，足以胜任重物一端的转矩。此时如果把支点（“交绳”）移近“极”端，即不必另加重物也可以使杠杆偏转，这时是“极”的转矩不能胜任重物的转矩。另外一条是专门从杠杆原理讨论天平与杆秤的。条文是这样的：“衡木：加重于其一旁必捶——重相若也。相衡：则本短标长，两加焉，重相若，则标必下——标得权也。”这段文字上半是说天平的，意思是：天平横梁的一臂加重物，另一臂必得加砝码（“必捶”），两者必须一样重，才能平衡。下半是说杆秤的，意思是说：杆秤的提纽到重物的一臂（“本”）比较短，提纽到秤锤的臂（“标”）比较长，如果两边等重，秤锤一过必下落。为什么呢？因为称锤对“标”一边的作用过大了，这两条规律对杠杆的平衡说得很全面。里面有等臂的，有不等臂的；有改变两端重量使它偏动的，也有改变两臂长度使它偏动的。这样的记载，在世界物理学史上也是非常有价值的，而且墨子的发现比阿基米德早了约 200 年。