

青少年科普丛书

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

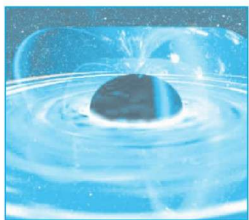
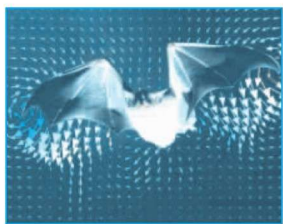


全国百佳出版社
中央编译出版社
Central Compilation & Translation Press

追寻物理本质

宁正新 主编

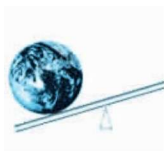
北京市：中央编译出版社

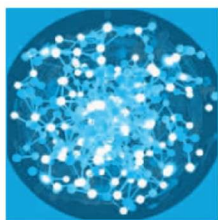


物理是一门历史悠久的自然学科，它是研究物质存在的基本形式、本质和运动规律及物体之间的相互作用和转化的规律的科学。它崇尚理性、重视逻辑推理。可以说物理学是关于“万物之理”的科学。物理更是当今众多新技术的源泉及发展基石。

从早期人们感官视觉的延伸到近代人们发明创造观察测量用的科学仪器，再到现在已经基本建立的物理学理论结构，物理学越来越被人们所重视和应用。它是一切自然科学的基础，其研究方法也是自然科学的普遍方法，物理科学作为自然科学的重要分支，不仅对物质文明的进步和自然界认识的深化起了重要的推动作用，而且对人类的思维发展也产生了不可或缺的影响。从亚里士多德时代的自然哲学，到牛顿时代的经典力学，直至现代物理中的相对论和量子力学等，物理科学的每一步发展都与我们的生活息息相关。如果我们在平时能够仔细观察多多注意身边的各种现象，就会惊奇地发现，物理原来无处不在！比如蚂蚁为什么会摔不死呢？筛子也是可以盛水的？时光竟然能倒流？小鸟能把飞机撞落……只要我们平时注意观察，善于提问就一定能发现这些问题的奥妙所在，这样才能使物理从那些枯燥的理论中破茧而出，让它不仅变得多姿多彩、活泼生动，而且还能够将学到的知识应用到现实生活中，达到学以致用。

序言 PREFACE





PREFACE

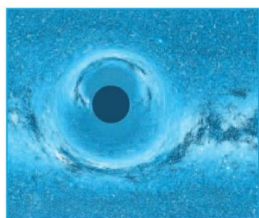
序言



用的效果呢。

《青少年科普丛书·追寻物理本质》以优美的文字、广博的信息和精美的插图,用娓娓道来的方式讲述着一个又一个神奇的物理知识,为大家揭示各种物理现象的本质,带领大家翱翔在探索、发现、创新的世界中。本书共分为物理故事、物理猜想、物理百科三大部分。在物理故事里我们精选了关于力和运动的现象,如无处不在的万有引力、神奇的摩擦力、看不见的大气压力等。在物理猜想中我们将为你介绍物理学家的科研探究过程等。在物理百科中则为你链接了大量小知识,让你在不知不觉中学到更多的知识。

请打开你手中的这本书,跟随我们一同畅游“万物之理”的科学海洋吧,你将会感受到物理世界的发现与发展,物理学家的激情与沉思,物理学中的大智慧……



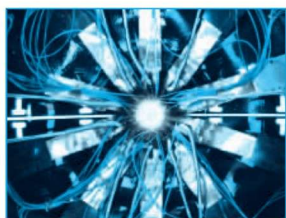
序言	1
----------	---

物理故事

浮力定律的发现	2
安培与电学	5
伏打电堆的发明	8
电的探索发现	11
杠杆原理的发现探知	14
惯性与相对性原理	17
光的折射	20
光量子理论的提出	23
量子霍尔效应的发现	26
能量子的发现	29
帕斯卡定律的发现	32
宇称守恒定律与宇称不守恒	35
欧姆定律的发现	38
法拉第发现电磁感应现象	41
压电效应的历史与应用	44
迈克尔孙干涉仪的发明	47
塞曼效应	50
红宝石激光器的发明	53
气泡室的发明	56
世界首座裂变反应堆	59
反质子的发现	62
德谟克利特继承发展原子论	65

目录 CONTENTS





瑞利出版《声学原理》	68
中子的发现	71
回旋加速器的发明	74

CONTENTS

目录



物理猜想

当今世界十大物理难题	78
物理学前沿八大难题	81
破解世界上最复杂的对称体	84
探索反物质之谜	87
四维空间	90
引力波之谜	93
夸克探秘	96
风洞	99
天空的色彩变化	102
神奇的暗物质	105
“白胡子”的来历	108
为什么士兵枕着箭筒睡觉	111
惊险刺激的过山车	114
香槟酒的美丽气泡	117
防不胜防的“香蕉球”	120
保护眼睛的太阳镜	123
照耀未来的激光	126
音箱中的物理学知识	129
上帝的粒子	132
面粉为何会爆炸	135



制冷王国的秘密	138	光谱	168
零高度飞行器	141	超导	169
翱翔在空中的精灵	144	真空度	170
美丽的幻境	147	原子弹	171
来自天空的能源	150	中子弹	172

物理百科

物理学	154	光电效应	174
电磁学	155	磁光效应	174
热力学	155	拉曼效应	176
光学	157	光伏效应	177
力学	158	康普顿效应	177
牛顿力学	159	丁达尔效应	178
量子力学	159	波粒二象性	179
狭义相对论	160	阿基米德	180
广义相对论	161	伽利略·伽利雷	180
牛顿运动定律	162	布莱士·帕斯卡	181
万有引力定律	163	克里斯蒂安·惠更斯	181
动量守恒定律	164	艾萨克·牛顿	182
电荷守恒定律	165	亨利·卡文迪许	182
安培定律	165	库仑	183
欧姆定律	166	安培	184
库仑定律	167	乔治·西蒙·欧姆	184
重力	167	迈克尔·法拉第	185
重量	168	詹姆斯·克拉克·麦克斯韦	186
		洛伦兹	187
		阿尔伯特·爱因斯坦	188
		史蒂芬·威廉·霍金	188

目录 CONTENTS





CONTENTS

目录



墨子	189
张衡	190
沈括	190
郭守敬	191
宋应星	192
吴有训	193
钱学森	193
吴健雄	194
钱三强	195
黄昆	196
杨振宁	197
邓稼先	198
李政道	198

W 物理故事
WU LI GU SHI

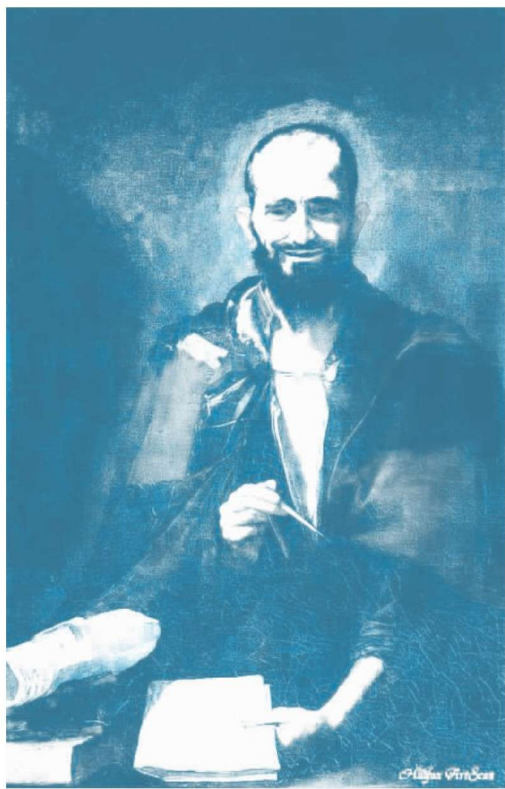
浮力定律的发现

—— 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。他对待科学研究的態度是勇于革新、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。

浮力定律现在又称阿基米德定律。这一定律的发现和有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



阿基米德

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，当它在水面上行驶时，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 $F_{\text{浮}} < G_{\text{球}}$ ；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 $F_{\text{浮}} = G_{\text{船}}$ 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 $F_{\text{浮}} = G_{\text{排}}$ ，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 LIAN JIE

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。

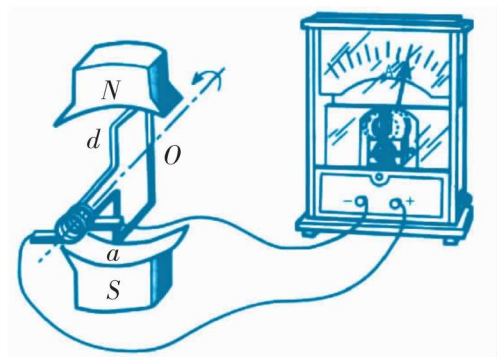
安培在物理学方面的主要贡献是对电磁学中的基本原理有重要发现，如安培定律、安培定则和分子电流等。1820年7月21日丹麦物理学家奥斯特发现了电流的磁效应。法国物理学界长期信奉库仑关于电和磁没有关系的信条，这个重大发现使他们受到极大的震动，以阿拉果、安培等为代表的法国物理学家迅速做出反应。8月末阿拉果在瑞士听到奥斯特成功的消息，立即赶回法国，9月11日就向法国科学院报告了奥斯特的实验细节，安培听了报告之后，第二天就重复了奥斯特的实验，并于9月18日向法国科学院报告了第一篇论文，提出了磁针转动方向和电流方向的关系服从右手螺旋定则，以后这个定则被命名为安培定则。9月25日安培向法国科学院报告了第二篇论文，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

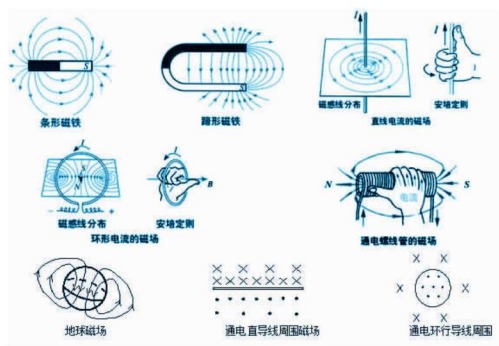
到物质由分子组成，而分子由原子组成，原子中有绕核运动的电子，安培的分子电流假说有了实在的内容，已成为认识物质磁性的重要依据。

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 $2 \times 10^{-7} \text{N}$ 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 $500\text{mA} \times 1\text{h} = 1800\text{C}$ （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



安培定则

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 LIAN JIE

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

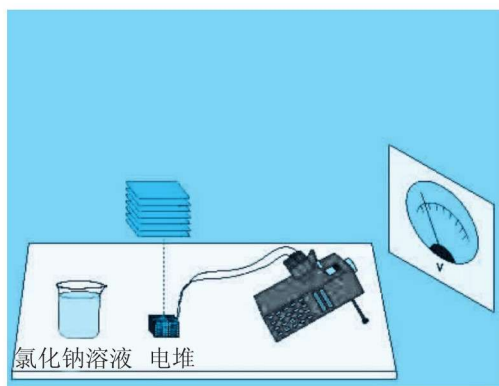
剖学家和生物学家，他的妻子因健康原因要经常吃蛙腿。1780年的一天，伽伐尼把青蛙剥皮后，放在靠近起电机旁的桌子上。当他妻子偶然拿起电机旁的外科手术刀时，刀尖碰到了蛙腿外露的小腿神经，蛙腿抽动起来，好像活的一样。她把这件事告诉了伽伐尼。伽伐尼重复了这个试验，他把蛙腿放在玻璃板上，用两把叉子，一个叉尖是铜的，另一个叉尖是铁的，去碰蛙腿的神经和肌肉，每碰一下，蛙腿就引缩一次。为了探究这个现象的原因，伽伐尼选择了各种不同的条件，重复这个实验。开始，伽伐尼用铜丝把青蛙与铁窗相连，无论雨天还是晴天做实验，青蛙的腿都有痉挛的现象。接着，他只用铜丝去接触蛙腿，蛙腿却不发生痉挛。后来，他找了一间封闭的房间将青蛙放在铁板上，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

