

QIANWANGEKEXUEGUSHI

千万个

林力 主编

科学故事

新世纪版



时代文艺出版社

目 录

“力”字探源.....	(1)
四种基本自然力	(4)
第五种自然力	(27)
牛顿力学三大定律	(33)
惯性力	(42)
摩擦力	(45)
弹性力	(49)
浮 力	(52)
万有引力定律	(61)
弹性碰撞	(76)
动量守恒定律	(83)
机械能守恒定律	(91)
力学的应用	(98)
古代电磁学	(107)
神奇的磁现象	(112)
静 电	(121)
电荷守恒定律	(130)
库仑定律	(133)
起电机的改进	(136)
电传导现象	(138)
二元电液理论	(140)

定性实验	(142)
风筝与富兰克林	(146)
避雷针的原理	(150)
电流与伽伐尼	(153)
电灯与爱迪生	(155)
伏打与电池	(158)
欧姆与电阻	(161)
奥斯特的电磁效应	(164)
安培定律	(167)
法拉第与电磁旋转器	(171)
电磁感应现象	(173)
自感现象	(176)
楞次定律	(179)
电解定律	(182)
焦耳定律与基尔霍夫定律	(185)
法拉第和他的磁力线	(187)
麦克斯韦的功绩	(190)
赫兹的实验	(197)
发电机和电动机	(200)
交流电和直流电	(203)
电话的发明	(207)
古代的光学	(209)
五彩缤纷的光源	(212)
针孔成像	(216)
影子的用途	(219)
反射定律	(223)
平面镜	(225)

反射镜	(230)
全反射	(233)
蓬莱仙境	(238)
费马原理	(243)
人眼的沿伸	(248)
赤橙黄绿青蓝紫	(253)
奇特的冰洲石	(256)
干涉、衍射及偏振	(261)
光的干涉原理	(266)
惠更斯-菲涅耳原理	(271)
波与粒的争论	(276)
光速的测量	(281)
“以太”	(287)
电磁波动理论	(292)
探索太阳光谱	(296)
光谱分析	(301)
什么是热?	(308)
分子组成物质	(313)
分子的热运动	(315)
热与冷的对象与环境	(317)
热与冷的量度	(320)
热与冷的尺度	(322)
热与冷的测量	(324)
热与冷的感觉	(328)
热的传递	(331)
混合量热问题	(335)
潜热的发现	(340)



拉普拉斯冰量热器·····	(343)
是谁撑起了世界·····	(345)
流动的世界·····	(348)
摸不着的世界·····	(351)
蒸汽机的革命·····	(354)
永动机的骗局·····	(358)
“活力守恒”原理·····	(362)
热功当量的测定·····	(367)
热力学第一定律·····	(372)
卡诺第二定理·····	(376)
自然界的不可逆过程·····	(383)
宇宙的“热寂”·····	(390)
姆潘巴问题·····	(395)
超导现象·····	(398)
加热器·····	(402)
压强的起伏·····	(404)
热望远镜·····	(405)
圆盘的扩大·····	(406)
热带气候·····	(407)
压强的升高·····	(408)
流星的轨迹·····	(409)
黑白金属·····	(411)
无需燃料的船·····	(413)
热能的转化·····	(414)
超值热能·····	(416)
吸收体是黑色·····	(417)
金属环的膨胀·····	(418)

空气压缩	(419)
微型“太阳系”	(420)
电子的发现	(425)
质子的发现	(428)
中子的发现	(430)
介子理论	(432)
中微子	(435)
黑体辐射	(440)
光电效应	(444)
普朗克的突破	(449)
德布罗意的联想	(454)
爱因斯坦的发展	(463)
卢瑟福模型	(480)
玻尔模型	(486)
矩阵力学	(499)
波动力学	(503)
测不准原理	(506)
玻尔与爱因斯坦之争	(513)
天圆地方	(522)
宇宙的中心是地球吗	(527)
从哥白尼到牛顿	(530)
地 球	(537)
月 球	(539)
地球和月亮的运动	(541)
光辉的太阳	(545)
大行星和它们的卫星	(553)
类地行星	(556)

巨行星	(563)
远日行星	(567)
波得法则、小行星和彗星	(570)
太阳系里的其他物质	(573)
银河与银河系	(575)
星际物质和旋臂	(579)
银盘和星族 I	(584)
银晕、银冕和星族 II	(587)
核球与银核	(590)
星 系	(592)
射电天文学	(602)
演化着的宇宙	(618)
热大爆炸宇宙模型	(621)
开宇宙和闭宇宙	(628)

“力”字探源

众所周知，力学中出现次数最高的是“力”字。古人对于力作用现象的粗浅观察，大多是用文字记载的。文字是人类用来记录和传达语言的书写符号，实际上文字也是人类认识自然和改造自然的最好见证。

在揣摩、研究“力”字的过程中，我国一位专攻中国古代物理学史的学者，经过搜集各方面资料，从甲骨文中得到了一项发现。

原来，甲骨文的“力”字写作，表示像耒（lěi 音磊，古代的一种农具，形状似木叉）那样的尖状起土农具。把一根削成尖状的木棒插入土中，把泥土翻起，这种劳动是需要人的体力。甲骨文中的“男”字写作，意思是用力耕田。

因此，这位学者认为，甲骨文的“力”字，能够看成是我国古代人认识力的最早见证，当然这里记载的是体力的。而“男”字的造型，反映了当时像耕耘、种植这样的体力劳动是男子的职责。由此可见，“力”字大约出现在公元前 13 世纪。

与文字记载探源有关的就是古籍的发掘。要在浩如烟海的古籍中进行挖掘也不是一件易事。但经过很多学者的研究，一致认为《墨经》是我国最早的一部物理学的古典文献，其中包含很多有关力学的文字。

墨家的创始人是墨翟，又叫做墨子，既是远近闻名的思想家、哲学家，又是古代一位少有的对物理知识有重要贡献的人

物。墨子一生勤于研究，热心于对自然的研究，最喜欢“摹万物之然”，于是在他的著作《墨经》中，对发现力的事实又作了进一步的记载。

《墨经》载：“力，刑之所以奋也。”这里的“刑”同“形”，指物体。“奋”的原意是鸟张大翅膀从田野里飞起。而要提出的是，“奋”字在古籍中有多方面的意思，像由静而动，动到愈速，由下上升等都能用“奋”字。因此上述记载的意思是：力是使物体由静而动、动而愈速或由下而上的原因。

《墨经》这一条“说”还提出：“力：重之谓。下，與。重奋也。”这是对力的进一步阐述。

虽然一个物体在力的作用下会改变运动的状态（包括由静而动），但力是不容易被人看见的，因此常常要通过物体的“重”（即重量）来体现。“谓”指表达，因有重量的报告，才知力的多少强弱。

在墨家看来，“力”和“重”是相当的。我国古代长期把重量的单位如“钧”、“石”等作为力的量度单位，从一个侧面表明了这一点。再有，从前人们把“力学”称“重学”也源出于此。

“與”有举之意，“下，與。重奋也。”意思就是物体的下落或上举，凡物有重量能够表达的，全是运动的力。

墨家的这条文字符合当时的认识水平：人们知道状态的改变需要什么，他们不但看到鸟从田野奋飞而起的神态，而且还亲身体验到从下往上把重物托起的过程所必须付出的代价。这条文字也没有超越时代的局限：先秦时期明显没有加速度概念，更不会将加速度和力联系在一起，人们只能从“奋”、“下”、“與”这些动作或状态改变中，从“重之谓”有关物体重量的报告中，去找寻力的原因。

当然，墨家上述力的定义局限于那时的历史条件，表达还不那么精确。但是远在 2000 多年以前，以墨翟为首的墨家可以从实际的细致观察中，给出力的这种意味深长，比较正确的定义，的确是难能可贵的。应当说是达到了当时认识自然的一个高峰，是一项相当了不起的发现。

四种基本自然力

引力

开普勒的贡献

哥白尼的太阳中心说，是16世纪科学史上最伟大的成就。近代科学革命，正是以此为开端的。不过，这场革命开始时，规模还是非常小的，而且不断地遭到中世纪反动教会势力野蛮的攻击。直到17世纪，自然科学还不过是一颗刚出土的嫩芽。

意大利勇敢的天文学家布鲁诺，坚持哥白尼的太阳中心说观点，反动教会斥责他是异教徒。1600年3月17日，他被活活烧死在罗马的百花广场上。

但科学从不是软弱无能的，近代科学革命面对反动势力的挑战，仍然在黑暗中传播、发展。

天文学家开普勒的老师——丹麦天文学家第谷·布拉赫也信奉地球中心说，开普勒继承师命，想从他的老师遗留下来的资料中找出科学根据，来证明哥白尼的日心说是不正确的。然而，他凑来凑去，观测到的数据与地心说总是不能吻合。终于，撇开地心说的念头在他脑海中产生了。他想，假如按哥白尼日心说计算，结果会怎么样呢？他计算了一下，同观测到的情况有点接近了，但依然不理想。

经过数年的埋头钻研，开普勒最终得出了正确的结论：地

球的确和其他行星一样，在不停地绕太阳运行；但这个轨道并不是圆的，而是一个比圆复杂的椭圆。太阳也并不位于中心位置，而是处在椭圆的一个焦点上。

1609年，开普勒公布了关于行星运动的两条定律。一条是：每一颗行星总是沿着一条椭圆轨道环绕太阳转，太阳则处在椭圆的一个焦点上；另一条是：从太阳到行星所连接的直线，在相等的时间内扫过同等的面积。9年以后，他又发现了第三条定律：行星绕太阳一圈的时间的平方和行星各自离太阳的平均距离的立方成正比。这就是著名的开普勒行星运动三大定律。

由于开普勒的贡献，哥白尼的太阳中心说有了进一步的发展。太阳系诸行星的秩序最终澄清了。此后，天体之间的运动更吸引着人们的注意，到底是什么原因驱使着行星不知疲倦地绕太阳作规则的椭圆运动呢？或许有某种力作用于行星吧！

伽利略的实验

在意大利的比萨城，有一座高塔。由于设计师的疏忽，塔建成不久，因一侧地基下沉，塔身就倾斜了。不过因为塔身坚固，所以这个塔并没有倒塌。

这座斜塔记下了一项非常珍贵的科学实验，这就是16世纪末比萨大学一个青年讲师伽利略的重力加速度实验。

伽利略以前的人，对重力加速度似乎一无所知，他们相信书本上记载的亚里士多德的信条：同样大小的物体，它的坠落速度和它的密度成正比。物体愈重，坠落得愈快。伽利略不相信这种结论是正确的。据说，他拿了两只形状和大小都相同的铅球和石头，登上比萨斜塔的顶部。他举起双手，同时将两物体松开。两物体越来越快地往下坠落，最后铅球和石头同时落

到了地面。

为了弄清物体下落的规律，伽利略做了很多实验。他让一只金属小球从光滑的斜面上滚下来，这时，小球滚下的情形和自由下落的情形非常相似，只是速度慢得多。伽利略用了一只简单的水钟，记下了小球滚下的路程。伽利略从多次的记录中发现，一个物体从高处下落的速度，会随着下落的时间越来越快，并把这个规律用精确的数学公式表示了出来。

是什么原因促使物体以越来越快的速度坠向地面呢？伽利略对这个问题也曾猜想过：这或许是地球对物体的引力吧！

牛顿的发现

依萨克·牛顿，1642年出生在英格兰乌尔索普小村的一个农民家庭，父亲在他出世之前就去世了。三年后，母亲又改嫁，被继父带到了新居。牛顿从此由外婆来照顾，并进到乌尔索普村立小学接受教育。14岁那年，牛顿的继父又去世了，母亲带着三个儿女，又回到乌尔索普农家，过着更为贫寒的生活，幸好牛顿的舅父安斯考对这位少年人十分有兴趣，帮助牛顿进入了格蓝珊公立中学，后来又帮助他考入了剑桥大学三一学院，这就是牛顿一生事业的开始。

1665年的牛顿宛如一粒成熟的种子，开始吐芽，预示着科学上就要开出灿烂的花朵。此时，早已有几个重大的问题在牛顿的脑海中盘旋：是什么原因约束着一颗巨大的行星这么规则地沿着椭圆轨道绕太阳旋转？又是什么原因使物体以越来越快的速度坠地？这两者之间存在着联系吗？这三个问题的提出，本身就是一个了不起的成就。科学上的重大发现，常常是把两个表面上看来似乎完全无关的事件联系在一起后才完成的。

据说，牛顿在乌尔索普家中的苹果园，看到一个苹果落地，从而联想到引力的问题。苹果以越来越快的速度落向地面，是由于地球对苹果吸引力的缘故。地球既然对苹果有吸引力，那么它何不能够对月球有吸引力呢？正是这个力起到了一根无形的绳子作用，迫使行星绕太阳旋转，也迫使月亮绕地球旋转。

牛顿是个数学上非常精通的天才，到了1685年，他在科学上更加成熟了。那时，他不但搞清了地球的正确半径，还掌握了力、加速度和物体重量的关系。尤其是他证明了：一个具有引力的物质组成的球吸引它外边的物体时，就仿佛所有的质量都集中在它的中心一样。把太阳、行星、月球都当作一个质点看待的简化计算方法明显合理。这就把粗略的近似计算提高到了非常精密的证明。万有引力的正确表达式，终于在牛顿手中获得了。

万有引力定律的叙述是：两个物体彼此以力在相互吸引着，力的大小和两个物体的质量的乘积成正比，与两者之间的距离的平方成反比，公式的形式是：

$$F = G \frac{M_1 \cdot M_2}{R^2}$$

式中 M_1 、 M_2 表示相互吸引的两个物体的质量； R 表示两物体之间的距离， G 表示引力常数。

万有引力定律，把天体间的力和地上的引力的联系建立起来了。牛顿说到：“假如我们设想抛射体的运动情况，就能够容易地理解到为什么行星能够维持在某条轨道上：因为一粒水平射出的石子，因为它本身的重量（地球对它的引力），使它不得不开直线轨迹……并在空中描出一条曲线，最后落到地面上；射出的速度愈快，它的射程越远。因此我们设想石子的

速度增加得十分之大，以致射程超过了地球的界限，从地球上擦过去了。”月球和今天的人造地球卫星，正是牛顿所描述的这种情景。

爱因斯坦的创造

自从牛顿发现万有引力定律之后，大概有 200 多年的时间，人们对引力的认识再没有什么实质性的进展。一直到 20 世纪初，牛顿的经典引力理论，才由德国一位青年物理学家阿尔伯特·爱因斯坦将它大大地向前推进了一步。

1879 年 3 月 14 日，爱因斯坦出生在德国的乌尔姆城，父亲和母亲全是犹太人，出生第二年，全家移居慕尼黑，在那里度过了他的少年时代。15 岁那年，爱因斯坦的父亲因经营工厂失败，全家移居意大利的米兰。爱因斯坦继续留在慕尼黑中学读书，开始了他的独立生活。16 岁那年，爱因斯坦为谋求一个职业，去苏黎世报考瑞士联邦理工大学，结果失败了。他毫不灰心，通过一年的勤奋备考后，第二年终于如愿了。大学时代的爱因斯坦，与中学生时代的嗜好相同，仍然是不倦地钻研着一大堆同课程无关的书籍，其中有基尔霍夫、赫姆霍兹、赫兹、玻尔兹曼等人的物理名著，还有一些乱七八糟的哲学书籍。就在他的大学年代，以太、时间、空间、电磁场……这样一些物理学中的基本概念，成了爱因斯坦常常思考的问题。

1900 年，爱因斯坦大学毕业，只因为他是犹太人，没有瑞士国籍，使他足足有两年没有找到固定的工作。生活贫困，慢性病的折磨，终未能够减低他对理论物理的极大兴趣。1901 年，22 岁的爱因斯坦在德国《物理学年鉴》上公布了他的第一篇科学论文。第二年，在他的亲密同学格罗斯曼的父亲帮助下，好不容易在伯尔尼瑞士联邦专利局找到了工作。他在每天

应付那烦琐的事务工作之余，继续开展理论物理的研究。在这些看来最平常不过的年代里，却是爱因斯坦科学生涯中最富有创造性的年代。

1905年，是爱因斯坦在这些创造性年代中所做出最为伟大贡献的一年。在这一年，他连续公布了几篇震惊世界的论文。其中，《论动体的电动力学》一文，是爱因斯坦经过多年探索的结果，这篇狭义相对论的论文，以它完整的形式，指出了等速运动下的相对性理论和空间的新概念，从本质上动摇了作为物理学基础的牛顿力学关于绝对空间和绝对时间的观念，引起了物理学理论基础的重大改革。

1905年的巨大成就，使爱因斯坦从一个专利局的小职员跨进了第一流物理学家的行列。爱因斯坦并没有因此而停止他探索自然的脚步。1908年以后，他又开始了一个更为艰巨的课题的研究：牛顿的引力质量是什么？如何才能把牛顿的引力同狭义相对论融合起来？他一个人埋头钻研，前后花费了7年心血。最终彻底改造了牛顿的万有引力理论，创立了广义的相对论。

爱因斯坦想，假如有一人站在能够自由升降的电梯里面，假如没有地球的引力，电梯加速上升，而且这个加速度正好等于重力加速度。那么，电梯里的人一定认为，他是处在一个正常的地球引力场中。但此时，电梯内的重力感觉，正好是因为电梯加速上升的惯性引起的。爱因斯坦所以斩钉截铁地作出总结：这两种力没有区别。爱因斯坦从这件事得到启迪，或许引力场和一个非惯性系统（升降梯的加速运动）之间，在一定范围内是等价的。下一步，便是怎样用数学形式把这个重要的等价原理恰如其分地体现出来。苦战7年，当爱因斯坦找到了黎曼几何（非欧几里德几何）的数学形式之后，才用它建立

起了一种崭新的理论——广义相对论。从广义相对论的角度看，物体之所以落到地面，是由于地球周围的空间是弯曲的。

为了阐明这个抽象的概念，我们能用一个平面的例子来说明。虽然具体情况要复杂得多；但它的基本精神还是相同的。如果一只智慧的动物，生活在一平面上。它要从平面上的 A 点到达 B 点。路程最短的方案，就是连结 A 、 B 之间的直线，假如在 A 、 B 之间放一块石头，把平面压凹下去，但 A 、 B 之间的位置不可以发生变化。此时，动物从 A 点到 B 点的最短路程就不是直线了。我们把最短路线不是直线的空间称做弯曲空间。假如在这个弯曲空间的 A 、 B 两点各放一只小球，小球将会自然地往石头压弯的地带滚去，这就好比地球上空的物体，在引力作用下坠向地面一样。

从广义相对论的角度来看，物体在引力场中的各种行为，正是由于它所处的空间，受到质量的影响而发生的变曲所导致的。它再不是牛顿指出的那个引力传递不需要费时间的超距作用。弯曲的时空，是本世纪 20 年代的一个震惊世界的出色理论。

广义相对论是人类智慧杰出成就的标志之一，是现代物理学的一大支柱。它为人类探索引力的实质提供了理论基础。

电磁力

库仑定律

人们很早就对静电现象有所了解，我国古代就有着“琥珀搭芥”的静电知识记载。

电力与引力不同，它有正、负两种。大小相等、性质相反的电荷能够彼此抵消。世界上所有不带电的物体，都是等量正