

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中外科学家发明家丛书

阿基米德



当我们进入中学学习，从圆周率（ $\pi$ ）值中首先接触到“阿基米德”的名字。此后，在学习物理，接触到“浮力”时，又学习了“阿基米德定律”；而且还有“阿基米德杠杆”、“阿基米德螺旋”等等。阿基米德不仅是一个伟大的数学家，而且是静力学、液压静力学等一些现代科学的奠基人，被后人称之为“力学之父”。同时，他还是一位天才的发明家和工程师，他所发明的杠杆、螺旋扬水机等，被劳动人民广泛应用于生产中，至今在我们的生产、生活中，仍然发挥着很大的作用。“阿基米德”的名字被古今中外、世世代代的劳动人民、科学工作者传颂着。

## 一、亚历山大里亚的学习生活

阿基米德出生于公元前 285 年西西里岛东部的一个城邦国家——叙拉古。叙拉古连同西西里岛原是希腊的殖民地。希腊帝国饱经战祸而解体后，这一地区形成了许许多多独立的所谓“希腊化”城邦国家，叙拉古就是其中之一。这里地处地中海北岸，土地肥沃，粮草茂盛，素有粮仓之称。西西里岛的是处于欧洲与非洲的连接地带，这里随着造船业的迅速发展和手工业的发展而日益成为商业和海上贸易的中转站。这里的人民世代代承袭古希腊灿烂的文明，用自己的双手，创造着财富，过着富裕安康的生活。

在地中海北岸的意大利半岛上，有一个强大的罗马帝国，他们拥有一支规模强大、装备精良的军队和海上船队。随着奴隶制的发展，奴隶主阶级对奴隶、土地和商业的贪求，使他们对仅隔一狭窄的墨西拿海峡，土地肥沃、物产丰富、商业发达的西西里岛垂涎欲滴。他们处心积虑地养精蓄锐，期望着有一天能跨海征战，占领西西里这个宝岛。

而位于地中海南岸、非洲北部的另一商业大国迦太基（今摩洛哥）是地中海沿岸的商业大枢纽，这里的奴隶主素以经商和航海著称。迦太基拥有强大的海军，并且配有战象和攻城设备的步兵，他们也同时看中了富裕的西西里岛，与处在扩张势头上的罗马帝国互相抗衡，一场争夺西西里岛大战一触即发。

阿基米德就是在这种形势下来到人世的。他的家庭是一个书香人家，他的父亲叫费狄，是叙拉古有名的学者。阿基米德从小就在父亲的熏陶下，养成了勤奋好学，勤于思考的习惯。并且从父亲那里受到了很好的数学、天文学、几何学的教育。在他 10 岁以前，就将父亲的藏书全看遍了，求知欲极强的阿基米德又拜访了许多叙拉古的学者，从他们那里学到了许多知识。

叙拉古的国王亥洛是一个年青有为、勇敢善战的将官，曾在希腊皇帝皮尔部下服过役。是他，受到士兵的拥护，在自己的家乡建立了独立的城邦国家，并做了叙拉古的国王。他将自己的国家治理得井井有条，使人民过着富裕的生活。面对南北两大强国对西西里的垂涎，亥洛意识到，要想使自己的国家免于战争的劫难，只能走励精图治、富国强兵之路。因此他不断地派有志报国的青年学者去当时世界的文化中心——亚历山大里亚学习科学知识。公元前 274 年，11 岁的阿基米德便成为这些青年学者的一员，被国王亥洛派到亚历山大里亚学习。

亚历山大里亚位于尼罗河口，在现在的埃及境内，是地中海沿岸最大的城市。城内的博物院是当时最大的学术中心：包括图书馆研究院等。这里的藏书非常丰富，据说有 70 万卷之多，因此吸引了全世界的知名学者和科学家。他们在这里博览群书，交流学术思想，对哲学和科学进行研究和总结。阿基米德到了亚历山大里亚之后，一头扎进了书的海洋中，如饥似渴地吸取前人留下的丰富的文化知识，常常忘了吃饭，每天都是当图书馆闭馆的时候，才恋恋不舍地离开。他不仅吸收书本的知识，而且还经常向长辈和大学者求教，这些学者给了他无私的关怀和教诲，使阿基米德终身受益。在埃及青年科学家埃拉托色尼的影响下，阿基米德迷恋上了天文学。他们两人一起在星光灿烂的亚历山大里亚观察夜空。美丽而图案丰富的天星，激起了阿基米德的遐思和向往，引导他们探索宇宙的奥秘。阿基米德根据长期观察的结果，自己动手制作了一个用水推动的行星仪。这架行星仪由许多齿轮和杠杆巧妙

地联系在一个转动轴上，上面有代表太阳、月亮、行星和地球的各点，用水力推动，能模仿太阳、月亮、地球、行星的运动，并能表示出日蚀和月蚀。阿基米德还为此专门写了一本书《天球仪的制作》，来阐明自己对星星运行轨迹的解释。

埃拉托色尼是一位数学方面很有造诣的科学家。阿基米德很刻苦地向埃拉托色尼学习数学方面的知识；并在埃拉托色尼的启发下，学习了一套土地丈量法，为尼罗河两岸的冲积平原丈量土地，他能够不爬山就计算出山的高度，甚至还能计算出地球的直径，与我们今天所知的地球直径相差仅 100 多公里。

在当时的学术界，科学家们更多地注重科学理论的形成和阐述，不太重视科学在实际工作和生活中的运用。而阿基米德则不然，他在亚历山大里亚学习期间，曾到各地参观游览。他看到由于尼罗河泛滥，人们不得不一年年加高河堤，这样，堤外高处的农作物得不到灌溉，就研究制作了螺旋扬水机。这是一个两头开口的圆柱形管子，长 4—6.5 公尺，有一个螺旋轴，将管子斜放，一头放在低处的河水里，另一头放在高处的灌溉渠道上，用手摇动把手，或用牲畜拉动长柄，螺旋就会绕轴不间断的旋转，将水连续从低处抽到高处，解决了尼罗河高堤外面的农田灌溉问题。这种机械，人们称之为“阿基米德螺旋”。用“阿基米德螺旋”原理制成的各种器械，可以用来传送小块固体、粉末、粘性液体等，也可以做成螺旋搅拌混合机械，如绞肉机等，一直被后人沿用至今。最典型的“阿基米德螺旋”线，如我们现在经常使用的熏蚊子的盘香、卷筒纸的端面等。

阿基米德在亚历山大里亚不仅学到了许多知识，而且培养了善于观察、善于思考的习惯。因此，他边学习，边研究思考，边动手进行实际制作，把自己学到的知识用于解决劳动人民在生产实践中产生的实际问题。因此他不同于其他的学生，不仅学到了知识，而且开阔了眼界，掌握了许多本领。

## 二、发现杠杆原理

阿基米德听从祖国的召唤，离开了培养他多年的亚历山大里亚城，带着丰富的知识和叙拉古人民的期望回到了他的祖国——叙拉古城。国王亥洛任命他为国王顾问，对他满怀期望，希望他能将他在亚历山大里亚学到的知识用于建设祖国，使祖国日益强大起来。

刚回到祖国，阿基米德就走上田间地头，去观察劳动人民的生产生活。他看到田间农夫凿井汲水，用以灌溉农田，农夫的操作实在太劳累了。他们从井台将吊桶放进深深的井里，然后用绳子艰难地一段段提起。以后技术有了改进，农夫们在井台边竖立一根立杆，这立杆上部安一根横杆，它的一端悬挂吊桶，人在另一端用不大的力就可将吊桶吊起，这是什么原因呢？还有当一个巨大的石块，二三人也都搬不动时，用一根坚硬的木棒，塞到石块底下，一个人用肩使劲一杠，就能将石块挪动，这又是为什么呢？阿基米德苦苦思索，甚至忘了吃饭，回去后，又经过多次试验，阿基米德得出物体有“重心”的结论。由此出发，他对杠杆的平衡条件进行了数学的证明；从多年来的杠杆原理为基础的生产工具的许多实际应用中，总结出科学、全面、系统的定律，这就是杠杆定律。在《论平面图形的平衡》这部著作中，阿基米德将杠杆原理总结成如下定理：

1. 重量相等的物体，加在离支点距离相等的杆上是平衡的。
2. 重量不相等的物体，加在离支点距离相等的杆上，杆子就倾向重的一面。
3. 重量相等的物体加上离支点距离不相等的杆上，杆子就倾向离支点远的一端。
4. 一组重物，可用等量的一个重物来代替，只要这个重物的重心是在这一组重物重心的位置上。相反，一个重物可用一组等量的重物代替，只要这一组重物的重心在这个重物重心的位置上。
5. 面积不相等但有相似形状的几何图形的重心，在它相似图形相应的位置上。

阿基米德发现的关于杠杆的这个定理后来被叫做“阿基米德定理”，它被更通俗的表示为：

动力与动力臂的乘积等于阻力与阻力臂的乘积。

我们通俗地将使杠杆运动的力叫动力，阻碍杠杆运动的力（通常所说的重物）叫阻力。杠杆的固定点叫支点。从支点到动力的作用线的垂直距离叫动力臂；从支点到阻力的作用线的垂直距离叫阻力臂。于是，利用这个原理要想将一定的重物（即阻力）移动时，只要使动力臂大于阻力臂时，就可以了。

我们日常生活中使用的杆秤，就是杠杆原理的最好证明。

对于阿基米德发现的“杠杆原理”，国王亥洛是心悦诚服的。当时人们已经知道，人类所处的地球是一个圆球状的。因此，亥洛想给阿基米德出个难题，于是对阿基米德说：“你能把地球动一动吗？”阿基米德回答说：“能，只要你给予支点。”找出地球的支点是是不可能的。而且在宇宙中，地球的重量无法称量，也就谈不到移动它的动力，但是杠杆原理是适用于移动地球的。阿基米德的回答不仅有科学依据，而且反映出他对自己研究成果充满信心。

### 三、数学之神

阿基米德不仅是个力学家，也是一个伟大的数学家，他在数学方面对人类的贡献也是巨大的。

是他首先发现了圆周与直径的比例为 3.1419。在当时，人们并不知道圆周率的计算方法，计算周长时，一般沿用古人“直径为一，圆周为三”这个简单的经验进行类推，但计算圆的面积时，则使用古老的、不准确也不科学的比较法。其一是“画出圆形，在圆内紧密地摆放一粒一粒的麦子，然后与正方形中能摆放的麦粒数做出比较，用正方形的面积去确定圆的面积；另一种是取一块质地均匀的薄木板，在其上画圆并把它裁割下来，称它的重量，再与同重量的正方形做比较，以确定圆的面积。这两种方法虽然在实用上有其价值，但在理论上不够严密和准确，而且计算方法古老而笨拙。阿基米德通过长时期的思考和研究后，认为圆的直径与周长间有一固定比例，有了这个比例，就可以通过计算求得圆的面积了。这个比例是多少呢？阿基米德按照自己的思路，将圆周分割成多边形，他应用等边的 6 边形内接到圆中，得到当时一直流行的算法“直径一圆周三”。为解决内接 6 边形的边与圆弧间的误差，继续内接 12 边形、24 边形、48 边形、96 边形、……，内接多边形的边越多，越无止地划出无限多的多边形，直到完全把内接多边形与外接圆重叠为止。这样量出各多边形的边长，相加之和就是圆周的长。只可惜就连阿基米德这么灵巧的手也只划出了内接 96 边形，这样他求出圆周与直径的比例大于  $3\frac{10}{71}$ 。然后他又用几天时间，划出圆的外切 96 边形

，算出圆周与直径的比例小于  $3\frac{1}{7}$ ，他把这个范围取做圆周率的近似值，

得到 值得  $3\frac{10}{71} < \pi < 3\frac{1}{7}$ ；即  $3.1409 < \pi < 3.1429$ ，取其平均值，得出

圆周率 值为 3.1419，与我们现在所知的 值误差极小。

阿基米德计算 值所使用的无限细分、接近圆周的办 法，后人称之为“穷竭法”，这种方法一直被后人使用了 2000 多年。后人计算出的圆周率，精确度大大提高了，但使用的计算方法，仍是阿基米使用过的“穷竭法”。到了 18 世纪，牛顿和莱布尼兹在这一巧妙思想方法的启发下，发明了微积分，由此奠定了高等数学的基础。因此，牛顿——这个科学界划时代的巨人曾说过：如果说我伟大的话，那也只不过是 因为我站在巨人的肩膀上。

计算出圆周率 的值了，阿基米德又得出了计算圆面积的方法：圆的面积 =  $\frac{1}{2}r \cdot \text{圆周长}$ ，

$$\text{即 } \frac{1}{2}r \cdot d = \frac{1}{2}r \cdot 2r = r^2。$$

阿基米德不仅是第一个计算出圆面积的人，也是第一个算出球表面积是球上的大圆面积的 4 倍的人。他最得意的发现，要算是圆柱的体积了。他算出圆柱的体积等于高度与底直径相等的内含球心体积的一倍半，为此，他要求他的后人在他的墓碑上刻一个球内切于圆柱的图形，以纪念这一不朽的发现。

阿基米德对数学的贡献还表现在他发明的一种简便的计数法。

天上的星星地下的沙，可算是人们最难计数的东西了。阿基米德在《沙粒的计算》一书中写道：有人认为，如果把地球想象成一个大沙堆，并在所有的海洋和洞穴里填满沙子，一直到与最高的山峰相平，那末，这样堆起来的沙子的总数是无法表示的。的确，在当时还没有我们现在使用的阿拉伯数字，叙拉古人是用古希腊字母表示数目的，这种计数方法不但麻烦，而且有限。当时数字的极限是“一万”，如果用字母 A 表示，那么要表示“1000 万”，就要写出 1000 个 A 字，而不象我们现在只用几个零，写成 10 000 000 就行了，而且全世界的人都认识。随着科学的发展，人们对宇宙已有所认识，要想表示宇宙有多大就成了一个难题，阿基米德努力探求用最少的符号来表示很大数目的方法，终于提出一个具有重要意义的计数方法，即以“一万”作为一个大单位，在此基础上继续计数，1 个一万，2 个一万，3 个一万……直到一万个一万，得到万万这个数，就是我们现在叫做“亿”的数，用现在的计数方法可表示为  $10^8$ ，阿基米德将这个数作为第一级的数，称为“首数”，在首数这个单位中又进行万万倍，得到  $10^{16}$ ，称为“二数”，又将“二数”万万倍，得到  $10^{24}$ ，作为“三数”，……在这个方法上依此类推，就可以简便地表达出无穷大的数。这就是阿基米德在《沙粒的计算》一书中告诉大家的“用我的方法，不但能表示出占地球那么大的地方的沙子的数目；甚至还能表示出占据整个宇宙的沙子的总数。这种计数方法突破了当时最大的数“一万”的局限，大大简化了计算办法，使思路更容易集中、更清晰。后人在“亿”这个新的计数单位的基础上，又发明了“兆”做为新的计数单位。随着科学的发展和我们对未知世界的了解，又引进了“光年”这一新的计数单位表示宇宙间星与星的距离。“光年”即光（300000 公里/秒）运行一年的穿行距离，一光年等于几乎 10 万亿公里，这么庞大的数字，能这么简单地用“光年”表示出来，并进行计算，正是得益于阿基米德《沙粒的计算》中所提出的思路和方法。

#### 四、王冠的启示

阿基米德发明的“阿基米德杠杆”、“阿基米德螺旋”一直指导着人们的生活实践，阿基米德被叙拉古的人民尊称为：最聪明的人。他的头脑里中装着无数问题，他的生活就是在不断探索问题、研究问题、解决问题中渡过的。

叙拉古每年一度的祭神节快要到了，一天，国王亥洛将一纯金的金块发给叙拉古最有名的、手艺最高的金匠，让他给国王制作一顶金王冠，以便在祭神节那天装点服饰。几天以后，金王冠送来了，它金灿灿、亮闪闪，那上面的花纹珠络，都是精缕细刻，可谓巧夺天工。所以国王看到如此漂亮的王冠，心里非常高兴。但国王转念一想：金子是世界上最具有诱惑力的东西了，如果王冠中掺假，那就大大逊色了。他焦躁地掂了掂王冠的重量，仔细观察每一处细小的零件，看不出有什么破绽，于是就将金匠叫来，问道：“你还记得我给你的金子有多重吗？你如果胆敢掺假，小心你的脑袋。”金匠从容不迫地说：“陛下，小人怎么敢弄虚作假，那块金实在是全部用在王冠上了，如若不信，请称重验证。”国王依他所说，派人拿秤来称了王冠，果然王冠的重量与国王给金匠那块纯金的重量相等。但其他的大臣又提出其他的疑问：如果金匠在王冠里掺银子，份量不是也一样吗。国王想，对呀，如果王冠外面是金的，里面掺银，不是也看不出来吗？又不能将王冠的所有零件全部拆开重新验证。在场的大臣谁也没有办法解决这个问题。苦无良策的国王于是想到了大科学家阿基米德，于是派人把这个全国最聪明的人请来，让他在不损坏王冠的条件下，弄清楚王冠里面有没有掺假。

这次可把阿基米德难住了。几天来，他茶饭不思，苦思冥想，眼睛熬红了，身体累瘦了，他整天写啊、画啊、算啊，提出许多假设，又不断地进行规划，一个方案失败了，又出现另一个新的方案。阿基米德相信，大自然给人们的恩赐从来就不是施舍式的，要靠人类不断地去奋斗、去争取。的确，灵感总是偏爱勤于思索的大脑。

阿基米德为了解决王冠真假问题已经几天没洗澡，蓬头垢面的。这天，仆人硬把他拉到浴池边，强迫他去洗澡，然而阿基米德的思路还在王冠上，当他走到浴池边，一条毛巾从他的肩上滑下来，掉进水池，满满的一盆水立即溢出一些，他没有在意，一边脱衣服，一边想心事，一失手，装满油膏的铁罐又掉进了澡盆，水又溢出了不少，他脱完衣服，跨进澡盆，澡盆里的水开始哗哗地往外流，等到全身都浸入水里时，才保持稳定，澡盆里仍是满满的一盆水。就像黑夜中划亮了一根火柴，阿基米德的思路豁然开朗：从澡盆里流出的水不正是我身子浸入水中的体积吗？如果不是我，而是与我重量一样的金锭放入澡盆，就不会排出这么多水了。想到这，阿基米德从水中一跃而起，匆匆穿上裤子，披了条浴巾，象着了魔似地冲出浴室，跑过大街，直奔王宫，口里不住地喊着“攸勒加！攸勒加！（希腊语：我找到了！）”

王宫的门卫见一个衣衫不整的人直朝王宫冲来，还以为是疯子，就横着兵器走过来，要阻止他进去，等到了眼前，一看是叙拉古最聪明的人阿基米德先生，就恭恭敬敬地让开了路。国王亥洛正在宫里欣赏歌女们婀娜的舞姿，阿基米德冲了进来，吓得歌女们马上躲了起来。阿基米德直冲到国王面前，一边喘气一边说：“攸勒加！攸勒加！陛下，我找到鉴定王冠真假的办法了。”“是吗？快鉴定给我看看。”国王急切地说。阿基米德让人在国王面前摆上



了2个大小完全相同的盛水罐，与王冠重量相同的金块和2个小罐。盛水罐是锡罐，罐口旁有管可以让里面的水流出来。阿基米德让人在这2个锡罐里装满水，然后在一个罐里放下与王冠同样重的金子，罐里的水溢出来，顺着罐口的管流入有刻度的接水罐中，流出的水在接水罐的刻度为3个刻度的高度。阿基米德又请国王拿出王冠，小心翼翼地放入另一个锡罐中，罐里的水很快又溢出来流入接水罐中，但显示的刻度是比3个刻度的高。因此阿基米德以肯定的语气告诉国王说，这个王冠不是纯金的，它里面掺有其他物质。

国王像看魔术似地看完阿基米德的实验，睁大眼睛问阿基米德，“这是什么道理。”阿基米德解释说：“任何一个东西沉入水中，都会排开一部分水，排开的这部分水，就是这个东西的体积。就好比我今天去洗澡，我身子进入水里，满满一盆水流出来的部分就是我身体的体积。我的身子大，流出的水就多，掉进水里的毛巾和铁罐小，流出来的水就少。”国王接着问：“洗澡和王冠有什么关系呢？”阿基米德不慌不忙地解释说：“如果王冠是纯金做的，那么把它放进水里排开的水，就跟没有加工过的黄金放入水里排开的水一样多，如果金匠在里面掺了银子，由于银子比金子轻，所以假王冠放进水里排开的水就比真金子排开的水多。”

从理论上讲，这种鉴定方法似乎无可非议，然而，阿基米德认为，从实验的角度看，这种方法是不够严谨的。因为实际上要精确测量出所出的水的体积是非常困难的，这是由于所要测量的两者差值不大，要求测量误差小；同时，又不具备精度足够高的量具。于是，在以上实验的基础上，一种新的修正方案出现了：用排出的水的重量作比较。实验所得，王冠排出的水的重量大于纯金排出的水的重量，所以阿基米德仍然断定，王冠里掺了假。

一年一度的祭神节到了，它是叙拉古人的传统节日。所有华丽的服装、服饰，精美的摆设，都要在这一天中展示，但这都不是主要的，最主要的是吉祥如意。在这天，叙拉古国的人民身着盛装，走在街头，载歌载舞，欢度自己的节日。在这天，叙拉古的人民还可以向神灵祈愿，祈求诸神，让田里的庄稼丰富，让家里的人们安康、幸福，愿国家能繁荣昌盛。

在这年的祭神节里，叙拉古国至少有2个人过得相当不愉快。一个是国王亥洛，他本来可以置办一顶黄橙橙的纯金王冠，虔诚地向神祇们祈求赐与些什么，在文武百官和外邦来宾面前炫耀一番。然而这个可恶的金匠居然敢偷工减料，将纯金的王冠里掺假，使这顶王冠大为逊色，如果不是聪明的阿基米德用数天功夫找出鉴定方法，几乎被这个家伙骗过去。所以国王在盛怒之下，将这个金匠投入监狱，待过完祭神节后再处置他。

另一个不愉快的人就是金匠，他辛辛苦苦地为国王制作王冠，把自己祖传的手艺全部用来制作这顶王冠，雕刻得玲珑剔透，做工极为讲究，却被国王投入监狱，不能与家人团聚，不能参加狂欢和祈祷。被排斥于欢度祭神节的行列之外，这是叙拉古人所受的最重惩罚。

阿基米德由于鉴定出王冠中掺假，不仅国王对他更加尊敬，而且他的声望在叙拉古人民中也越来越高。

祭神节的第二天，正当国王亥洛和阿基米德及群臣们议论国事时，卫士进来报告，说有一位老妇人求见。亥洛国王立即请老妇人进来，因为他是一个贤明的国君，他经常接见所谓的“平民百姓”，从这些人的谈话中了解民间俗情，也可以直接听到有益的建议和人民的疾苦，而且国王更敬重老人，认为年岁大的人见多识广，能够有更好的建议。

国王请进来的是一位年逾花甲的老妇人，虽然满头白发，老态龙钟，却面容清癯、神态自若。国王问道：“老人家，你找我有事吗？”老妇人开门见山地回答：“听说近来阿基米德找到一种鉴定金子和其他材质的办法，今天特来求教。”阿基米德一边欠起身来向老妇人施礼，一边问道：“您想鉴定什么？”老妇人说：“也是鉴定金银材质的问题，”她一边说，一边从怀里掏出一个小小的布包，将小布包打开，里面是2颗圆圆的金色小球，其中一颗较大，一颗较小。老妇人取出金色小球，高举在手里，朝宫殿里所有的官员喊道：“你们看，这是两颗金球，是我儿子花费几个月的时间制成的，可惜我的儿子不在了，我也难断定它们是不是纯金制造的。现在，就请阿基米德先生帮助鉴定一下，看看里面是不是掺了银子。”宫廷仆人端了一个木盘，将两颗金色的小球放在木盘里，互相传递观赏。这是两颗做工非常精致考究的金球，上面镂刻着各种飞禽走兽，草木花纹，还有天上的浮云，大海的波涛。图案精巧细致异常逼真，令人惊叹不已，众官员全都交口称赞起来。阿基米德按照通常的程序，让人端来一罐水，然后称了小球的重量，将小球放入罐中，然后计算小球排出的水的重量。这一切操作程序都无需阿基米德亲自动手，他的助手们按照预定的步骤和所遵循的原理一一作完，然后计算核对。只一会时间，结果出来了：小球排出的水比等重量的金块排出的水还多。阿基米德猛地一怔，突然意识到，这个小金球里面掺的不是银子，而是掺了什么轻金属。然后，阿基米德又派人按照预定的步骤鉴定那个大金球。更加奇怪的现象发生了。这颗大金球放进水里并不下沉，而是漂在水面上，有人把它压下去，却又浮上来，往复多次，那个金色的球仍然浮在水面上，只有一部分在水中，阿基米德又是一怔，这样的话，该如何鉴定排出的水量呢。面对这两个金球及测试结果，周围的人都惊呆了，一直在旁边观察操作的阿基米德感到有些心慌意乱：这两个小球肯定有问题。他边想边去拿那两个金球，当他将这两个金球分托在两个手掌上，掂了掂重量时，他心里明白了，然后他向老妇人和周围的人解释到：“这两个小球是空腔的，我们无法鉴定它们是不是掺了银或其它物质。”只见老妇人脸一沉，扳起那张慈祥友善的面孔，用肯定的语气说：“我的儿子知道，这两个小球都是用纯金制成的。”国王说：“那就请您的儿子来说说吧！”老妇人含着怨恨的口气说：“可是他不在这里，他被关在监狱里，甚至被剥夺了欢度祭神节的权利。”这里国王和阿基米德及众大臣都意识到，这是那位为国王作王冠的金匠的母亲，说金匠往王冠里掺假是冤枉了他。

这时，最感到痛心的是阿基米德，他意识到自己的技术性错误有多大，用部分实验证明的理论去鉴定他人的成果有多么愚蠢，的确阿基米德前面的实验所得到的结论是正确的，但只适用于一部分物质，并不是所有的物质全都适用。就像那顶精美的王冠，镂月裁云，玲珑剔透。就是镶嵌在上面的那些零件，有纓、簪、小球、叶片、花纹等。少说也有几十件，如果在某几件内置有空腔，排水量岂不就会增多？如果按排水量的多少确定王冠之中是否掺假，不仅给金匠酿成冤案，还会误导自己对事物的认识。

显然，对于实体零件或者说能够被水淹没的物体，阿基米德的鉴定方法是有效的，而对于空心零件，由于空心所占的体积无从确定，所以阿基米德不能鉴定。诚然，人们不知道国王的王冠里究竟是不是掺了假，可这场戏剧性的判决的确给阿基米德一个颇为深刻的启示，也成为他终身引以为戒的教训。

## 五、“阿基米德定律”的诞生

鉴定王冠的风波过去了，金匠的母亲把两个小球送给了阿基米德，阿基米德的心情更沉重了，如何解开空腔小球不下沉的迷，又摆在阿基米德面前。

阿基米德又开始了思索，我们发现，不论是现代物理学，还是古代物理学，都是建立在实验的基础上，阿基米德也不例外，他和他的助手把各种材质的东西：金、银、铁、铜、木块等东西拿来，一一放入水中，通过观察比较，首先发现，有些东西可以沉入水底，有些东西浮在水面上，另有一些东西停在水中某一深度，有一些东西一半在水中，一半在水上，这就说明，放入水中的物体，受到了一个向上托的力，阿基米德给这种向上托的力取名为“浮力”。它与什么因素有关？应该怎样求得呢？阿基米德决定用秤称得浮力的大小，他认为：在水中，既然有一个向上托的力来托起物体，要是在水中称一称这个物体，它的重量应该能够减轻一些，减轻的数值当然就是浮力了。

经过实验表明：“物体在水中称得的重量加上物体排开的水的重量等于物体在空气中的重量，也就是说，浮力的大小等于物体排开液体的重量。”至于那个大一些的小金球，虽然它只有一部分浸入水中，它所受的浮力的大小也等于它排开的液体的重量。实验还表明，物体在水中或沉或浮，取决于物体的重量和所受到的浮力的大小，因为物体的重量是垂直向下的，而物体所受的浮力是垂直向上。

在实验中，阿基米德还发现，物体在水中或沉或浮，还取决于物体的密度大小，密度大的物体放入水中就沉得深，密度小的物体在水中就沉得浅。体积等于密度乘质量，密度与体积成反比，与质量成正比。密度大的物体体积就小，所受浮力就小，在水中就沉得深，密度小的物体，体积大，所受浮力大，在水中就沉得浅或浮在水面上。

就这样，阿基米德发现了浮力定律，也就是我们在中学物理中学到的“阿基米德定律”，它作为液体静力学的基本原理，在他的《论浮体》这本著作中得到进一步的归纳和总结。他在《论浮体》这本书中写道：

与等体积的液体等重量的物体，如放在液体中，此物体既不浮出液面，也不下沉到液体的任何深度下；

比液体轻的物体，如放在液体中，不会整个沉入液体中，它有一部分将露在液面上；

比液体重的物体，如放在液体中，就下沉到被排开的液重等于整个物体本身的重量为止；

如果把比液体轻的物体用力按入液体中，物体将受到向上的推力，其大小等于被排开的液体重量和物体重量之差；

比液体重的物体，如放入液体中，就会下沉到底；而且，如果在液体中称它，它所失去的重量，就等于所排开的液体重量。

2000多年前阿基米德发现和总结的“阿基米德定律”对后世科学技术的发展具有非常重要的意义。我们现在使用的潜水艇就是利用“阿基米德定律”的原理制成和使用的。潜水艇中设置了专门的储水柜，朝储水柜里吸水，就使潜水艇的重量增加，在潜水艇体积不变的情况下，增加潜水艇的重量，潜水艇就会下沉。排出储水柜中的水，潜水艇的重量减轻，潜水艇就上浮。利用“阿基米德定律”的原理，潜水艇可以自由控制沉浮，而且能控制潜水艇

所要停止的深度。不仅在战争时期被广泛应用，而且在和平时期，作为探索海洋资源的工具也是必不可少的。

“阿基米德定律”同样可以用在气体上，现代航空工业中使用的氢氦气球和飞艇，就是利用氢气和氦气比重轻而产生的巨大浮力而升上天空的。

阿基米德在洗澡这个偶然的发现中发现了这个具有重大意义的“阿基米德定律”，在古今中外不同肤色、不同民族的人民中，做为一个教育学生 and 成年人勤奋思考的生动故事，一直被流传至今。阿基米德在鉴定王冠时所使用的盛水的锡罐，后人将他命名为“攸勒加”，一直被人们用来做为确定比水重的固体物质的密度的仪器，人们以这种形式来纪念这位为人类建立了不朽功勋的大科学家。从此，“攸勒加”（我找到了）被做为一句代表灵感和汗水的名言，被人们世代传颂着。在这句话的后面，凝结着每一位科学家的汗水和心血。

## 六、《故国风光图》

又是一个欢乐的祭神节。国王亥洛为了表彰阿基米德在科学上的贡献，特意登门拜访，并送给阿基米德一幅画《故国风光图》。这幅画虽然取名《故国风光图》，实际上并没有多娇的江山，也看不到气势磅礴的雄关峻岭和秀丽宜人的青山绿水。只见清澈明朗的碧空，点缀着朵朵白云；底下是一望无际的滚滚麦浪在迎风飘荡。画面的显著位置上画着3件引水器具：用杠杆提桶汲水；用滑轮装置起吊水桶；用“阿基米德螺旋”原理制作的“水蜗牛”抽水。这幅《故国风光图》虽然没有名胜美景，然而，阿基米德理解国王的心意，这不仅是国王对自己表示的节日祝贺，而且也表达了国王对自己的发明创造能够用于劳动人民的生产实践所给予的赞誉，同时也显示出一国之君对科学、对科学家的尊重和关怀。这不禁使阿基米德想起了很久以前的一件事。

当阿基米德把刚刚发现的杠杆定理兴奋地告诉国王的时候，国王曾经饶有兴趣的问他：如果按照你发现的原理，你能移动地球吗？阿基米德曾经斩钉截铁地说：“能，只要你给一个支点。”但是谁都无法找到使地球移动的支点。所以国王说：“阿基米德，如果你的研究只停留在学问的游戏上，不能解决实际的重大问题，你的学问有什么用处呢？”阿基米德为了证明自己的学问能够解决实际的重大问题，在杠杆原理的基础上，设计了一套杠杆滑轮系统。

当时，叙拉古的船都是由木头制造的，海水的侵蚀和海中生物寄生在船壳上，使得每隔一段时间就得把船拖到岸上来进行彻底清洗并重新油漆。把船拖上岸是一件非常费时费力的事，必须趁着退潮的时候，许多人合力用绳子拉。等清洗油漆后再推回海里，就更费劲了。常常是好不容易推下去，一个巨浪打来，又会退到原地，阿基米德就用设计好的滑轮系统，系在巨大的三桅货船上，另一头系在岸上的转柄上，阿基米德派人摇动把柄，把柄带动小齿轮开始转动，通过巧妙的齿轮传递，大齿轮上缠着的绳子收紧后，拖着货船缓慢地向岸上移来，随着把柄的转动，大货船一点一点地离开水面，稳稳地移沙滩上。

现在，国王送给阿基米德《故国风光图》，既是对阿基米德所取得的成就的肯定，也是对阿基米德的勉励。国王鼓励他把自己的知识和科学贡献给祖国叙拉古，而阿基米德也正是这样做的。

## 七、两千年未解的题

阿基米德博学多才，在许多领域都有建树。他用科学知识不仅为叙拉古人民的生产生活解决了许多实际问题，而且在科学理论上也指导了后人的研究。在工作中，他曾给他的助手们出了一道十分复杂的题目，这道题目是用诗文表达出来的。

我的朋友，你准确地算一算太阳神的牛吧！

尽管你聪明智慧，可也得费煞脑筋。

从前，在西西里岛的草原上，曾经在那儿放牧过多少牛呢？

告诉你，这些牛分成 4 群。

它们的颜色各有差异，第一群白得像乳汁一样，而第二群却正相反，它们是那样乌黑，黑漆得直发光亮。

第三群是棕色的，第四群的牛身则带有花点。

在每群中，既有牡牛，也有牝牛。

再告诉你，这些牛数可有一定的比例：

在牡牛中，白牛数等于棕牛数，连同黑牛的  $\frac{1}{3}$ 。

别忘了，还得加上黑牛的一半算在一起；

还要告诉你，黑牛数等于花牛的  $\frac{1}{4}$ ，

再加上花牛的  $\frac{1}{5}$  也不够，把棕牛数都搭到底。朋友，最后我要你假设，那花牛数呀！

它等于白牛的  $\frac{1}{6}$  加  $\frac{1}{7}$ ，

对了，还得加上棕牛数呢！

然而，对于雌性牛，各色牛数的比例是大不相同：白牝牛数等于黑牛的  $\frac{1}{3}$ ，还得加上  $\frac{1}{4}$ ，不过，这黑牛可是包括雌、雄都在内的；其次，黑牝牛数是所有花牛数的  $\frac{1}{4}$ ，再加上  $\frac{1}{5}$ ，计算时得注意：

牛群中每头花牝牛、每头花牡牛都得算进去。同样地，花牝牛数相当于牧场上全部棕牛数的  $\frac{1}{5}$ ，又得加  $\frac{1}{6}$  呀！

最后，棕牝牛数可就是白牛数的  $\frac{1}{6}$  加  $\frac{1}{7}$  了。白牛，同样是雌雄性都在内。

我的朋友，在那儿，至少有多少头牛聚集在一起呢？别忘了，你得按各种颜色的雌性和雄性牛分别算出。如果你能准确地告诉我这些数，你可称得上善算的机灵鬼。

不过，你还够不上是个聪明人；要是你想当聪明人，来吧，回答我另一个题目——用我新给的条件：将全部白牡牛和黑牡牛集合在一起，它们就能摆成一个宽度和长度都相等的方形；这一望无际的西西里草原呢，

就会被大群的牡牛挤得水泄不通。

可是，要把棕牡牛和花牡牛聚集在一起呢？

那样子就是一个三角形，顶点上站着一头牡牛，而三边都一样；

没有一头棕牡牛，也没有一头花牡牛漏掉，

草原上看不到一头别样毛色的牛。

就这样，你好好想一想，去发现它、领悟它吧！

我的朋友，如果你提供每种牛的头数，

那么，我将公开的宣布，你是个胜利者，

你的声誉就会大放光芒，完全能够骄傲地扬名于天下了。

阿基米德的这道数学题风靡了 2000 多年，是具有高度水平和典型意义的不定方程，用现代数学方法解决，也需要一定的技巧，更何况 2000 多年前的奴隶社会，科学和技术的发展比现在相差甚远，因此，要解开这道难题，其困难是可想而知的。

阿基米德的助手用了一个多月的时间，终于解决了诗文第 1 行到 30 行提出的问题：在那，至少有多少头牛聚集在一起呢？别忘了，你得按各种颜色的雌性和雄性分别算出。阿基米德的助手是用何种方法计算出草原上牛的总数和每种牛的准确数字，后人已不得而知，但现代人用现代数学方法——不定方程计算出，草原上的牛有

白牝牛  $1.0366482 \times 10^7$  头    黑牝牛  $7.460514 \times 10^6$  头    花牝牛  $7.358060 \times 10^6$  头  
棕牝牛  $4.149387 \times 10^6$  头  
头白牝牛  $7.206360 \times 10^6$  头    黑牝牛  $4.893246 \times 10^6$  头  
花牝牛  $3.515820 \times 10^6$  头    棕牝牛  $5.439213 \times 10^6$

按阿基米德在诗文中的话说，能准确计算出草原上雌、雄两性牛的准确数字的人，可称得上是善算的机灵鬼，科学发展到今天，能称得上善算的机灵鬼的人可能已为数不少，但要做一个阿基米德诗文中称赞的聪明人，能够大放光芒，扬名天下的人，可就不是件容易事，他必须解决阿基米德诗文中后一段的问题。这后一段的问题，不仅阿基米德的助手没有找到正确的答案，此后的 2000 多年里也没有人能解开这道难题。

到了 1889 年，一位名叫倍尔的土木工程师和他的两个朋友，夙兴夜寐地埋头计算了整整 4 年，用费尔马方程，完成了这道难题非常微薄的小小一部分计算工作。通过计算，他们得出了最初结果，白、黑、棕、花 4 种牛的牝牛和牝牛的数目都是 50 万位以上的数。阿基米德以当时对宇宙的概念，曾经提出过，宇宙里装满沙子，也不过  $10^{63}$  粒，而“群牛问题”所得答案中的牛数，设想以地球至银河中心之间的距离为半径，制成一个球，即使将牛缩小到沙粒一样大，也只能装下一部分，因此，要完成这项计算所需的人力、时间是无法计算的。因此，在阿基米德之后 2000 多年的今天，对于“群牛问题”的后一部分，仍然没有人能够得到准确答案。

阿基米德在 2000 多年前，能够设计出这样一道题，“难倒了古今中外无数的数学家，今后世数学家景仰和叹服，人们不得不惊叹：阿基米德是神！

在阿基米德的身边，一直生活着一位美丽、善良、聪明、勤奋的伴侣——尼莎。她是国王亥洛的妹妹，尼莎比阿基米德小 20 多岁，由于阿基米德家和国王亥洛有亲戚关系，加之阿基米德从小就聪明过人，很受国王重视，可以自由进出王宫，所以有机会与国王的妹妹相识，而尼莎是听着阿基米德的故事长大的，这些故事中，上至天文，下至地理，既有科学知识，又很有趣。所以，在尼莎幼小的心目中，阿基米德是无所不知的智慧宝库，她从小就景仰、钦佩阿基米德。

在阿基米德去亚历山大里亚学习期间，尼莎整日计算着阿基米德归来的时间，因为没有人能像阿基米德那样给她讲那些神奇美妙的故事了。阿基米德从亚历山大里亚学习归来，知识更丰富了，学术水平和眼界也比以前开阔了许多。一直仰慕阿基米德的尼莎也长成了大姑娘了。他少了份公主的傲慢，多了份善良和勤奋。不久，她就成了阿基米德工作上的助手。阿基米德发现的杠杆原理，重心和杠杆的关系，以及浮力原理等等，这一切的背后，都包含着尼莎的心血和汗水。是尼莎，帮助阿基米德成百上千次地做各种实验，

测得各方面的数据，提供阿基米德进行分析研究，得出最科学的论断。当阿基米德将灵感变为问题时，也是尼莎，与阿基米德一起进行大量的计算、推理，解开无数道难题。当阿基米德苦思冥想找到重大发现后，也是尼莎，第一个与阿基米德分享成功的喜悦和快乐。阿基米德与尼莎之间，既有爱恋之情、兄妹之情，也有师生之谊，朋友之谊。他们在共同的生活里，走过 30 多个年头。

公元前 212 年祭神节那一天，叙拉古失陷，伟大的数学家、力学家、发明家阿基米德死在罗马士兵的屠刀之下，尼莎得到消息后悲痛欲绝，她感到自己也来日不多，出于对亲人的怀念，她驱使自己拖着疲惫的身躯和破碎的心，去完成阿基米德的未竟事业。她精心地勘校阿基米德遗留下的手稿、珍贵图案和数据，细心地整理阿基米德的所有手稿，使阿基米德花费了几十年心血的结晶能够比较完整地保存下来。这些，是阿基米德贡献给人类的精华，是一笔非常宝贵的财富。我们今天能够了解阿基米德在数学、力学、物理学方面的发明创造，是同尼莎保存下来的阿基米德手稿分不开的，也是同尼莎对人类的贡献分不开的。



## 八、保卫叙拉古

阿基米德生活的时代，是奴隶制社会的鼎盛时期，地中海沿岸国家由于贸易和商业的发展空前繁荣起来。叙拉古是西西里岛上非常繁华的港口，经济很发达，是联结亚、非、欧三大洲经济贸易的重要港口。但是它的国土很小，军事力量非常薄弱，历来是强权国家争夺的要地。早在公元前 264 年，罗马与迦太基争夺西西里岛的战争就爆发了。战争初期，强大的罗马步兵在陆地进展很快，占领了西西里岛的大部分地区，但是，沿海的大多数要塞仍然掌握在迦太基手中。当时由于罗马只有小型船只，海上远不能与迦太基匹敌，所以没能打败迦太基。因此，他们大大扩建海军，只用了短短一年时间就建立起一支颇具规模、并且配备有某些特殊装备的舰队，在公元前 260 年，惨重地挫败了迦太基。

公元前 256 年，罗马组织了一支庞大的舰队远征非洲，企图一举占领迦太基本土。最初，罗马在非洲的进攻比较顺利，他们攻城掠地，屠杀居民，或将迦太基人运回罗马充当奴隶。但随着时间的延长，兵力和粮食的补给日益困难，许多士兵由于长期离开故土，远地征战，思乡之情日益浓厚，严重影响了战斗士气。罗马统治者不得不把大部分军队调回意大利。迦太基乘机筹集兵力，反攻得胜，消灭了罗马帝国在非洲的主要部队，罗马远征非洲的军事行动以罗马的失败而告结束。

但是，战争并未就此停止，两大强国继续在西西里岛展开战斗。公元前 241 年，迦太基被重创，一蹶不振，只得放弃西西里岛，向罗马求和。罗马也因连年战争，民穷财尽，需要重整国力，也同意媾和。这样，叙拉古沦为罗马帝国的一个省，得到了暂时的和平。但这种和平使叙拉古付出了独立和尊严的代价。

国王亥洛眼见这一场从公元前 264 年持续到公元前 241 年的战争，给弱小国家带来的灾难，益发坚定了保卫祖国的决心。他认定科学能够振兴民力，拯救国家，便放手重用从亚历山大里亚学成归国的阿基米德等人。同时，在国内大力推行各种有效的科学技术措施。

公元前 218 年，罗马人的强劲对手——迦太基向罗马帝国发动了猛烈进攻。迦太基人在汉尼拔的统帅下，绕道欧洲，越过高大的阿尔卑斯山脉，直扫意大利北部，给罗马帝国以重大打击。附属于罗马帝国的各个小城邦，趁此机会纷纷脱离罗马。叙拉古也在这个时候，宣布与罗马帝国决裂，加入迦太基联盟。长久遭受压迫的叙拉古人终于获得了独立。

公元前 215 年，叙拉古的国王亥洛去世了。王位传给他 15 岁的孙子希耶洛尼斯，由于希耶洛尼斯太年轻，为了帮助他统治国家，成立了一个摄政院，由叙拉古的元老组成。共同辅佐年少的新国王。

公元前 213 年，罗马彻底战胜了迦太基，迦太基人被迫后撤，罗马人开始了对号称“地中海谷仓”和“地中海门户”的西西里岛的野蛮大扫荡。重新征服叙拉古，就成为罗马人的战略目标。罗马帝国派出罗马最有名的将领，执政官马赛拉斯统帅庞大的罗马军队，从海陆两路向叙拉古进击。

马赛拉斯率领的罗马军队在西西里岛上横冲直撞，岛上的城邦在罗马帝国的铁蹄下纷纷灭亡，岛上的居民遭受着凌侮和蹂躏，美好的家园在罗马帝国的铁蹄下消失了，罗马军队踏平西西里岛后，岛东部还有一座仅有的叙拉古城。马赛拉斯曾经对它不屑一顾，他曾大言不惭地宣布，罗马帝国的军队

所向披靡，这个微不足道的城邦国家已是瓮中之鳖，如果胆敢拒绝投降，不出5天，就会使它化为齑粉。

罗马大军登陆后，很快就遇上叙拉古的抵抗部队，罗马军队势头勇猛，所向披靡，轻而易举地打败了叙拉古军队。叙拉古军队被迫撤进城里，关上厚厚的城门，拼死抵抗罗马军队洪水般的袭击。罗马人冲到叙拉古城西北和西南的两个山口驻扎下来，封锁了叙拉古附近的海面，把叙拉古围得滴水不漏。马赛拉斯命令往城里射进一封催降书，他很快就得到了回书；叙拉古的尊严不可侮，他们绝不会在侵略者面前屈膝投降。叙拉古人民誓与孤城共存亡。

叙拉古摄政院连夜召开紧急会议，商议对策。对当前大军压境的局势，元老们都很着急，因为他们知道，凭多年修筑的厚厚的城墙，虽可抵御一阵，但他们势单力薄，力量悬殊太大，终究逃不脱失败的命运。国王希耶洛尼斯更是心急如焚，他想起他的爷爷、老国王亥洛临终前的话：“爷爷没有看到我们国家独立的那一天，爷爷不甘心啊……你一定要把我们国家，从罗马人手里救出来……”希耶洛尼斯知道自己身上担着民族存亡的重任和叙拉古人民的期望。

正当摄政院的元老们愁眉不解的时候，阿基米德走进来对国王说：“我想请陛下去看一些东西，这些东西也许对您和国家有用。”希耶洛尼斯腾地站起来，他知道，这个智慧的老人，已很少离开他进行研究和计算的沙盘，这时候赶来，一定有很重要的事情。希耶洛尼斯带领元老们，驱车来到阿基米德指导生产的大型作坊，阿基米德推开大门，说：“先生们，请看吧。”里面陈列的，是阿基米德近20年的心血：一排排巨大的投石机，通过大大小小的滑轮联结，能很容易地吊起巨大的石块，准确地投射到很远的地方，还有满满一屋其他各式各样的器具。元老们看到这些武器，兴奋不已，胜利的信心倍增。希耶洛尼斯信心十足的说：“好，咱们就拿这些武器碰碰罗马人。”

希耶洛尼斯一边派人去请求迦太基人的支援，一面连夜做好了防御的准备。阿基米德这时已是71岁高龄的老人了。但他和年轻人一起在阵地前忙碌着。指挥安装机器，指导士兵们如何掌握和使用这些新式武器。

第二天天刚亮，马赛拉斯统帅的罗马大军，排着整齐的攻城方阵，迈着整齐的步伐，气势汹汹地向叙拉古涌来。士兵们用刀剑敲击着盾牌，以壮军威。当他们快要靠近城墙时，罗马方阵中冲出一队队云梯手，向城墙边飞奔而来。就在这时，静静的城墙上，忽然飞出了巨石块，雨点一般砸在罗马方阵中。罗马军队赶紧举起盾牌，但哪里挡得住冰雹般扑面而来的巨石。罗马部队的士兵被巨石砸昏了头，还没有反应过来，就倒在地下了。罗马士兵纷纷后退，整齐的队形顿时大乱，正面攻击的盾墙刹那间被打破了。罗马士兵完全暴露在城墙上守城士兵的射杀范围内。一声令下，从城墙上飞出阿基米德特制的加长的利箭，紧紧咬住逃跑的罗马人，毫不留情地射入他们毫无防护的后背，罗马人一排排地倒下了。马赛拉斯站在高处，看到自己的军队潮水般地后退，又气又急，他急忙下令停止。重新调动队伍，罗马人变换了队形，又朝城墙冲了过来，一批巨石飞出去，接着又是一批利箭，罗马人被打得鬼哭狼嚎，却没能到达城墙底下。侥幸逃回的罗马士兵失魂落魄地向马赛拉斯报告他们见到的情况：只看到罗马士兵一排排地被巨大石块砸伤砸死，却看不到叙拉古的人是怎么把这些巨大的石块扔下来的。马赛拉斯命令部队撤回原地，等待明日再战。

叙拉古的军队和居民看到狂妄无比的罗马军队被打得拼命逃跑，高兴地欢呼起来，他们第一次尝到了打败罗马人的喜悦，增强了胜利的信心。

马赛拉斯回到驻地后，陷入了沉思。他对叙拉古的军队昨天被打败，匆忙撤回城内，而一夜之间就出现那么多大力士，能够举起需要三四个精壮汉子才能举起的大石头和拥有又长又快的利箭而百思不得其解。在他率领部队出征之前，就曾听说，叙拉古正在厉兵秣马，坚壁清野，准备迎敌的消息，对战无不胜、攻无不克的马赛拉斯来说，无疑被当成了耳边风。还有人提醒他，叙拉古有一个神人阿基米德，无所不能，非比寻常，必须多加注意。但马赛拉斯认为，阿基米德是位呆头呆脑，只会画画什么几何图形，算算算术的书呆子，能有什么作为，因而对阿基米德的才能不屑一顾。受到重创后的马赛拉斯这时意识到，一定是阿基米德设计了一种远程投射机，隐蔽在城内看不见的角落，能把需要三四人举起的大石块投射到城外。所以他命令按照他自己的设计，马上赶造“攻城机”。

马赛拉斯不愧是罗马最著名的将军，他设计的这种攻城机是用木头制造的塔楼，比城墙还高，塔底安装了轮子，可以任意推动。用马、牛或人力将这个大家伙拉到城墙前，塔上的射手可以居高临下，用弓箭射击城墙下的守城士兵。塔的下面还安装着“破城锤”，躲在“攻城机”内的士兵可以用锤猛烈撞击城墙，一般的城墙在巨大的铁锤撞击下很容易倒塌，一旦塌出个缺口，步兵就很容易进城了。加之“攻城机”的四周都蒙着涂了油的牛皮，普通的弓箭根本无法穿透它，这是罗马人发明的最有威力的攻城武器。

罗马士兵推着4个庞大的“攻城机”同时向城墙进发了，叙拉古的巨石和利箭都对它毫无办法。城墙上的守军隐蔽在城墙后面，从“攻城机”上出来一个罗马人，就砍杀一个，登城的罗马人死伤不少，由于“攻城机”上还潜伏着罗马的射手，不停地向城墙内射箭，叙拉古士兵也死伤不少。马赛拉斯下令停止登城，只用破城锤，不停地撞击城墙，眼看着城墙上的土刷刷地掉，叙拉古的士兵着急起来，马上去找阿基米德想办法，而马赛拉斯却得意地笑起来，他估计，再有3天，尽管叙拉古的城墙再厚，也会被城锤砸开。但只过了一天，叙拉古守兵就用上了阿基米德新设计的武器，这是一批拖着长长绳子的箭杆，绳子是浸满牛油的特制绳，在发射器上，点燃绳子，启动发射开关，带火的长箭拖着长长的火舌射入“攻城机”的牛皮上，即使穿不透牛皮，但牛皮上的油遇到火舌，立即燃烧起来，一会儿就将四架“攻城机”烧毁，里面的攻城士兵也被烧死。

失败后的罗马部队总结了经验教训，认为叙拉古人白天隐蔽在城墙后，可以用投射机准确地投射石块、镖枪、利箭，可到了黑夜，他们看不清楚，就不敢盲目地开动投射机浪费“炮弹”。因此采取夜袭，只要罗马士兵摸到城根，驾起云梯，爬上城墙，就可以占领叙拉古城了。于是，到了夜里，罗马军队借着夜幕的掩护，马赛拉斯整顿好队伍，向叙拉古城前进了。叙拉古人全都进入梦乡。罗马人非常顺利地接近城墙，将一把把云梯迅速搭过墙头，接着一个个勇士便往上攀登。就在罗马勇士奋勇登城的时候，叙拉古的守城士兵迅速开动起树立在城墙顶端的滑轮装备，配备着滑轮的桅杆突然全部转动起来，每套杆上都有一盏亮度很大的灯火，正照射着登城的罗马士兵，这些桅杆转来转去，当猎中目标，停在正对云梯的顶端，连在滑轮上的绳扣一下子松开，只见一袋袋尚未燃尽的燃灰散落下来，直扑云梯上那些敢死队员，他们的头发烧焦了，衣服也烧着了，眼睛被燃灰眯瞎了，他们不得不撒开梯

把，有的人掉了下去。叙拉古士兵趁机用杠杆掀掉云梯，云梯上的罗马士兵与云梯一起摔落下去，罗马部队的攻城又一次失败了。

## 九、海上抗敌

罗马部队用了各种办法想要攻破独存的叙拉古城，而叙拉古城依然屹立于西西里岛的东部。马赛拉斯这个无往不胜的罗马帝国将军为此深感耻辱，他发誓一定要踏平叙拉古城。

与此同时，被围困了长达一年之久的叙拉古官兵同样感到前程渺茫，上层人物开始分化了。老国王亥洛在世时，经过惨淡经营，使得叙拉古有坚固的城防，粮食储备足够供应全部居民5年以上，但是“炮弹”已无法补充，希耶洛尼斯派出向迦太基求援的人虽然和迦太基人取得了联系，但迦太基派来援救的人和货船都被罗马人封锁在海口之外，丝毫不能靠近叙拉古城。所以悲观和忧虑像乌云一般笼罩在每个人的心头。

在叙拉古的上层社会，门第高贵的奴隶主贵族派，由于以往大多数依附罗马，将粮食和土特产卖给罗马人，用低价向罗马购买奴隶，与罗马的联系比较密切。现在看到罗马人围攻已达一年之久，又有一股不占领叙拉古誓不罢休的劲头，所以他们畏惧罗马帝国的强大，想趁罗马人还没有攻破城向罗马人求和。另一种主战派主要是叙拉古的平民，包括社会各阶层的中产阶级以及许多学者，他们坚决维护叙拉古的独立和尊严，同仇敌忾，誓守孤城。

公元前212年，贵族派中投靠罗马的奸细，秘密地派遣刺客，杀害了叙拉古象征性的领袖希耶洛尼斯。没有国君的叙拉古臣民陷入一片惊慌和混乱中。阿基米德和平民派领袖一起，当机立断，清算了为首的叛逆分子，对他们的随从晓以大义，重新整顿了民心，也整顿了防御机械，对工事和城墙进行了一次彻底的加固。

马赛拉斯在陆上攻城久攻不下后，决定从海上发动进攻。他组织了许多船舰，并在这些船上安装了许多进攻的武器，接舷钩就是最厉害的一种。接舷钩安装在兵船上，一旦接近敌舰或城墙，就能牢牢的搭钩在那里，变成陆地一样平稳，罗马士兵就可以发挥出擅长肉搏格斗的优势。罗马战船大军压境，靠在叙拉古临海的城墙边，等待总攻的命令，突然，从靠海边的城墙里传出一声怪响，一块房子大小的石头从天而降，准确地砸在罗马战船上，紧接着一块块巨石铺天盖地地砸下来，有的石头甚至砸穿了船甲板，几艘船很快地沉了下去。有几只船避开石头，趁乱接近了城墙，船上的士兵做好了登陆的准备。突然，从叙拉古城墙上，转出了几种怪模怪样的机器，一种变成角形的粗梁，灵活地转向敌船，像一只巨人的铁拳，冲着敌船猛烈撞击，一会儿就将船撞沉入海。马赛拉斯气急败坏，在后面的指挥船上直跺脚，他下令：排除前沿障碍，继续前进。清理障碍物是困难的，不但要把船体破碎的残躯移走，收集遗留于海面上的尸首，而且还要冒着挨“冷箭”的危险，警惕从天而降的灾祸。

两个月后，攻城队伍又继续前进了，船上增加了一些离奇古怪的装置：竖起许多坚固的立杆和横杆，顶上铺着厚厚的木板，有的木板上还加一层塑性泥土，有的船头则安设一些用麻绳编织的网片，像撒开的大渔网罩在战船前面。从城墙上发射出的石弹，有的陷进厚木板上的泥土中，有的则被网子兜起来，威力已大不如前，守城的士兵也觉察出船上的有效防御设施。只投射少量的石块作些试探性的攻击。罗马军队以为他们的防御设施使叙拉古人已无计可施了，便开着战船靠近叙拉古城墙，突然，从城墙上垂下来几根铁索，铁索上挂着一个像鹤嘴一样的巨钩，巨钩一碰上敌船，就自动地夹住

船帮，通过城墙上的滑轮迅速收紧绳索，将整个船只掀翻；或将船提在半空中，摆来摆去，将船上的人和物一个个晃入海中。巨大的船在这个“长嘴钩”掌握下，像一只小小的玩具，或像一片树叶，轻飘飘地被甩到礁石上，撞得粉碎。这种“长嘴钩”在海面上来回穿梭，捕捉罗马人的战船，只要被它抓到的船只，无一幸免，全被摔得粉碎。罗马人看到这可怕的场面，吓得魂飞魄散，他们痛苦地叫喊：“天啊！我们这里哪叫做跟人打仗，简直是在跟神仙打仗！灾难连续不断地向我们袭来，而我们却连他们的影子也看不到。”马赛拉斯后来在给罗马元老院写的报告中也写道：“阿基米德就像一个守卫的神仙，他的机器一开动，所有的罗马人就都成了靶子。”

望着坚如磐石的叙拉古城，马赛拉斯恼羞成怒，数万名罗马帝国的勇士，却连一个小小的叙拉古城都攻不下，可谓丢尽了颜面。马赛拉斯不得不恨恨地发出命令：“队伍撤至石弹射程之外，从海陆两面紧紧包围这座孤城，我要困死他们。”但就在马赛拉斯发布命令时，舱外忽然大声哄乱。一艘船只的帆篷失火了。原来这天天气炎热，烈日当空。叙拉古城的一队妇女站在高处，手执阿基米德设计的“火镜”，迎着阳光，将光线反射到帆篷上，热量集中于一点，将帆篷点燃了。

这场叙拉古攻守战，又以罗马人的惨败而告终。在这场战争中，叙拉古人没有使用常规武器，完全是靠阿基米德设计的新式武器保卫这座孤城的。阿基米德在弹丸之地的叙拉古，依靠智慧的力量，发明创新武器，才得以顽强地维护和捍卫了祖国的尊严。因此，后代历史学家称阿基米德是“天才的保卫者”，是他的智慧和力量，拯救了叙拉古。

## 十、叙拉古的陷落和巨人陨落

罗马军队对叙拉古城久攻不下，撤到距离较远的地方驻扎下来后，短暂的和平，在密密实实的罗马人包围之中，慢慢开始了。城里人逐渐适应了这种生活，行人开始走动，店铺开始正常营业，叙拉古人靠自己平时丰富的粮食储备，开始了正常的生活。阿基米德也恢复到以往的科学研究中去，他还是整天守着沙盘，为新的发现不停地计算着。但是马赛拉斯却没有忘记他包围圈中的猎物，他像一个耐心的猎人一样，等待他的猎物慢慢被困死。

长期的围困，使叙拉古城里的粮食和物资逐渐减少，叙拉古人又派出信使向迦太基求援，迦太基连续派出几批运送物资的船队，都在叙拉古海面上被罗马军队打败了，消息传到城里，叙拉古的人心开始浮动了。在叙拉古城里的外国商人和过路的人，看到罗马人丝毫没有撤退的意思，而叙拉古这点兵力，靠新式武器守城还可以，攻出城去赶跑罗马人是绝对没有希望的，现在又接连听到迦太基人救援的失败，就产生了悲观厌战情绪，这种情绪很快传染给在叙拉古的所有外国人，引发了当地人与外地人的矛盾和口角，开始是猜疑，后来发展到厮打，城里的人心混乱了。

公元前 212 年，一年一度的祭神节又来到了，由于今年的情景与往年不同，叙拉古人更加放纵豪饮狂欢，以排遣对未来的悲观情绪。同样地，城外的马赛拉斯也没有忘记这一年一度的祭神节。当叙拉古人狂欢一夜，在清晨慢慢进入梦乡的时候，马赛拉斯下令吹起号角，整顿队伍，向长期未能攻克的叙拉古城发动了又一次进攻。不知是叙拉古人由于欢庆节日而疏于防范，还是因为防御器械已经消耗告罄而无力反击，事实上，城防很快被攻破一角，罗马人像洪水一样涌进城里，叙拉古在坚守了两年之后，以无法预料的原因陷落了。

可怕的屠城开始了。罗马士兵为了洗刷自己两年来的耻辱，见到叙拉古人就杀，见到房屋就烧。无辜的叙拉古人民在睡梦中没来得及看看这世界最后一眼，就永远地离开了人间，阿基米德早已预料到这一天迟早会来到。罗马人攻破城池的时候，阿基米德拿着一节树枝，正在沙盘里画着几何图形，为寻找新的命题解法而凝神静思。他的脑海里只有那些奇妙的直线和曲线，以及它们的组合和构成，连越来越近的人马声也没有听到，直到飞来一个粗大的脚印，将沙盘上的几何图形掩盖了，阿基米德才猛地大喝一声：“滚开，让我把这道题算完，免得给后代留下一道没有解开的题。”然而，凶残的罗马人哪里会给阿基米德留下做题时间，他一挥手，将阿基米德砍倒在地，阿基米德睁着愤怒的眼睛倒在地上。

一代科学巨匠，就这样死在一个罗马士兵的屠刀之下，停止了他伟大的思考，令后世千千万万人敬仰他、怀念他。阿基米德的遇害，使占领军头目马赛拉斯也很痛心，他派人找到阿基米德的家属做了抚恤和安排，并应所有具有正义感的人的请求，将刺杀阿基米德的那个愚蠢的士兵永远逐出罗马。因为马赛拉斯虽然被阿基米德发明的新机器打得狼狈不堪，威风扫地，但他在领教了新式武器的厉害之后，对阿基米德的智慧深深敬仰。

100 多年后的一个秋日，罗马政治家、哲学家、西西里总督西塞罗偶尔路过一座小山丘旁，这里古树参天、苍松翠柏郁郁葱葱，使人心旷神怡，在杂草中有一处被雨水冲刷裸露的墓穴，西塞罗好奇地上前，拨开荒草，便露出一块被岁月磨蚀风化的石碑，他仔细地擦拭一番，隐约露出一些刻痕，但

不见长眠人的姓名，而是一个奇异的图案：一个球，外切一个圆柱体。这正是西塞罗寻找已久的阿基米德的墓地。阿基米德的后人按照阿基米德的遗愿，将他的墓碑刻上一个球，外切一个圆柱体的图案，以纪念他发现的圆柱的体积。

阿基米德无愧于一个天才科学家的称号，他对人类科学的贡献是巨大的。阿基米德的著作流传至今的有：《论圆和圆柱》、《论螺线》、《论平面板的平衡或平面的重心》、《抛物线面积的求法》、《圆的测定》、《论劈锥曲面体与球体》、《沙粒的计算》、《引理集成》、《论研究的方法》。失传的有：《论杠杆》、《论重心》、《论天球仪的制造》。



