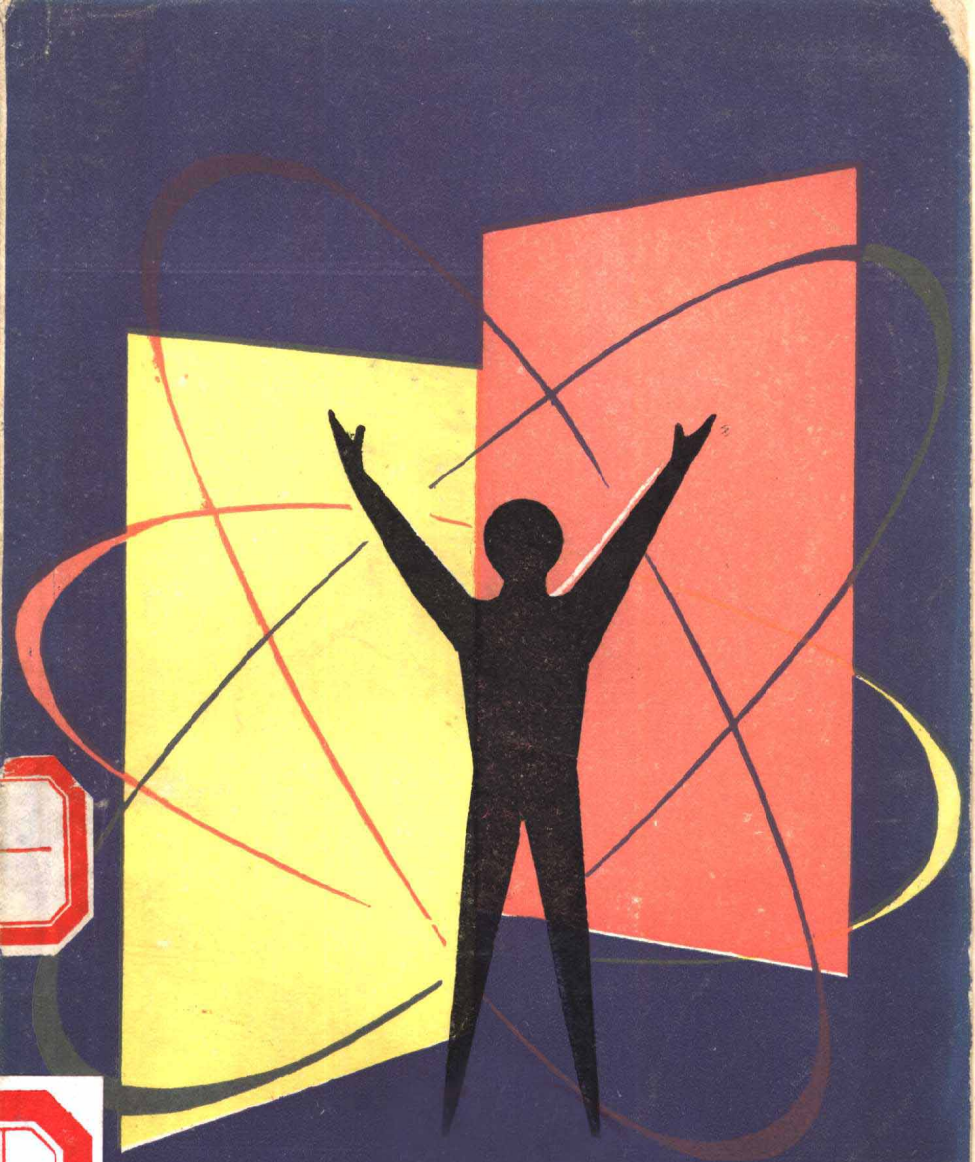




你想当业余科学家吗

NI XIANG DANG YEYU KEXUEJIA MA



中学生文库

你想当业余科学家吗

火树安 刘贵兴等

上海教育出版社

内 容 提 要

本书主要介绍科学家创造发明的生动事迹,通过他们经历的科技创造发明道路,启迪热爱科学的青少年们善于从自己的工作和日常生活中选择目标,从事有意义的设想和试验等科技研究活动,进行技术革新和创造发明,为振兴中华作出贡献。

中学生文库 你想当业余科学家吗

火树安 刘贵兴等 上海教育出版社出版
(上海永福路123号)

上海市印刷四厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 787×1092 1/32 印张 5 字数 104,000

1982年12月第1版 1986年7月第4次印刷

印数 61,601—101,600本

统一书号: 7150·2812 定价: 0.61元

写在前面

科学家的创造发明激励着每个年轻人。不过,要达到预定的目标,迈开第一步往往是个关键。“发明的题目要选择自己能够做实验的”,这是成功者的经验之谈。这本书介绍的托里拆利、焦耳以及近代的汤姆逊、洛伦兹、费米等著名科学家都有令人钦佩的成名实验。

为了丰富读者思想,选择攻关的题目,我们挑选了近年来在《中学科技》杂志上发表过的几十篇《研究、设想、试验》文章,汇集在本书的第三部分。

一本书的编者未见得是一名创造发明者,而读这本书的人中间,一定蕴藏着未来的创造发明家。创造力,是一个国家的财富,愿这本小册子能在广大读者心中结出丰硕之果!

编者

1982年1月



一、科学家的发明创造 1

斯台文和落体实验(1) 伽利略小
秤(3) 托里拆利和大气压的实验(9)
葛利克与马德堡半球(12) 帕斯卡和液
压机(15) 科克莱尔与气垫船(17) 霍
兰与潜水艇(20) 伽利略与温度计(23)
瓦特与蒸汽机(27) 斯蒂芬逊与火
车(33) 焦耳与能量转化实验(35) 惠
更斯与光的波动说(39) 托马斯·杨与
波的干涉(42) 库仑和库仑定律(44)
汤姆逊与电子荷质比(46) 洛伦兹和洛
伦兹力(50) 卢瑟福与 α 粒子散射实
验(52) 费米与中子减速效应(56)

二、模仿科学家的实验 60

大气的威力(60) 虹吸实验(62) 小
小水压机(64) 模拟潜艇(66) 自制
半导体测温计(68) 验证焦耳定律的
实验(70) 波的干涉实验(72) 测定
电子荷质比(75) 模拟 α 粒子散射实

验(78) 模拟中子减速的实验(80)

三、设想与试验83

不用螺旋桨的“轮船”(83) 摩擦起重(84) 液体的表面张力(86) 不落不亮的“照明弹”(89) “炮弹”与“炮架”的运动规律(92) 为啥总是相反(94) 水柱吸球(96) 喷泉的秘密(98) 水面升高的秘密(99) 用玻璃纸做半透膜的试验(101) “抖而不动”的摆锤和地震仪(103) 欹器里的学问(104) 小降温器(107) 一隔就亮(108) 紫色喷流(109) 高压锅里的秘密(111) 关于《高压锅里的秘密》解答(112) 热马达(113) 揭开“铜喷洗”的秘密(115) “铜喷洗”喷水原理初探(116) 红灯? 绿灯?(118) 望下镜(119) 黑球变银球(120) 凸透镜成象的研究(121) 《凸透镜成象的研究》解答(122) 用直尺量太阳的直径(123) 光的衍射实验(124) 静电除尘及实验(127) 哪里来的高压(130) 《哪里来的高压》答案(132) 静电马达(133) 搬出来的高压(135) 盐水与发电(138) 液中放电的威力(140) 温差发电(142) 大米点灯(144) 铁钉的斥与吸(146) 不碰会转的小铝罐与磁铁(147) 旋转磁场(149) 一种新的磁效应(151) 不会发热的电炉(153)



科学家的发明创造

kexuejia de faming chuangzao

斯台文和落体实验

西蒙·斯台文(1548—1620)是荷兰的一位著名力学家。斯台文从小自学,到三十五岁才进了卢万大学。后来当过会计,军事工程师,担任过一位公爵的技术顾问,晚年任荷兰的军需长,一直到逝世为止。

1586年,斯台文出版了一本论力学的著作,内容包括了几件重要的研究成果。

例如,在当时,对既不处在同一直线又不平行的两个力的合成,即两个互成角度的共点力的合成问题,还没有办法进行计算。但是,他对两个共点力用平行四边形法则来进行合成,已有了一种直觉的领会。这个方法后来到1687年由牛顿和瓦里尼翁第一次明确地陈述了出来。

又如,为了发展造船业的需要,斯台文研究了流体静力学。他在阿基米德的浮力原理基础上,在浮体的问题上引入了浮心的概念。所谓浮心,就是浮力的作用点。浮体要在流体中保持平衡,其条件就是浮体的重心和浮心应处在同一条竖直线上。

斯台文热心提倡十进位制，他主张在度量衡和币制上都采取简便易行的十进制。他对实验十分重视，认为实验“是建立工程技术的坚实基础”。他还主张许多人通过合作，共同从事一项科学研究工作。他说，这样做“一个人的误差或者疏漏就可以由另一个人的正确抵消掉。”

斯台文所做的一个最精彩的实验是落体实验。当时，居于统治地位的传统见解是亚里斯多德《物理学》所叙述的落体理论，它根据“物各知其位”的观念，认为重的物体下落得快，轻的下落得慢，而且物体下落的速度与物体的重量成正比。一般人既未发现错在何处，同时也不敢怀疑这位权威。斯台文却勇敢地提出了挑战。斯台文拿两只铅球，其中的一只是另一只重的十倍，把它们举到九米高处，然后同时让它们下落，并让它们落在同一块木板上。实验结果，看到的是轻铅球并不比重铅球慢多少倍，而是差不多同时落到木板上面。听到两球碰到木板时所发出的声音，几乎是一个声音。

在物理学中，我们把物体在没有空气的空间里落下的运动叫做自由落体运动。在真空的条件下，一个铁丸与一片小羽毛就以同样快慢下落。但是斯台文当时还没有抽气设备。因此，斯台文在仔细地研究了物体落下的运动以后，抓住了空气的阻碍作用这一影响落体快慢的主要因素，设计了上述巧妙的实验。斯台文选取实心的铅球来做这个实验。由于铅的密度大，球形物体受到空气的阻力小，因而就把空气的阻碍作用相对地减小到了最小的程度。这样，实验虽然是在空气里做的，却得到了“差不多同时落地”的效果。这“差不多”三个字很重要，给实验的误差留有一定的余地。即使是在现在科学发达条件下，重新再做这个实验，同样是很有说服力的。

伽利略小传



意大利物理学家伽利略(1564—1642)小时候特别喜欢听科学故事,而且善于思索,穷根究底,为此常与老师同学争论。他对阿基米德解决“皇冠之谜”的故事听了不止一遍,越听越引起他的兴趣,引起他的思考。

伽利略对这个科学故事还不满足。他觉得阿基米德是一个非常严谨的人,既然他已经查出了皇冠中掺银的事实,那么阿基米德一定会查出,做皇冠用的金子有百分之几的重量被偷换成了银子。

年轻的伽利略,他要用精确的实验方法,弄清楚皇冠的金子到底被偷换了多少?这是他自己给自己提出的一个需要探索的课题。

伽利略想,既要损坏皇冠,又不用排水方法测皇冠的体积(因为这种方法不易精确),却要确切地查出有百分之几的金子被偷换。为此,他特别注意当时阿基米德所发现的“浮力原理”和“杠杆原理”。他觉得这两个原理对准确揭开“皇冠之谜”可能会有很大作用。

谈到阿基米德的浮力原理,大家都知道,阿基米德原先是这样说的:作用于水中物体上的浮力,同作用于该物体同体积(如果物体有一部分露出水面,则只算水面以下那部分体积)的水的地心引力大小相等。

根据浮力的大小与相应体积的关系,显然只需测出物体在水中的浮力大小,不用量筒或量杯,也能测出物体的体积。

伽利略感到,如果能设计一杆“秤”,精确地测得物体在水中的浮力,就能精确地测出物体的体积,“皇冠之谜”就能查清。伽利略根据阿基米德发现的“杠杆原理”,经过自己的努力,终于设计制造出了一杆非常精致的能称物体体积的“秤”。

人们把这杆秤叫“伽利略小秤”。

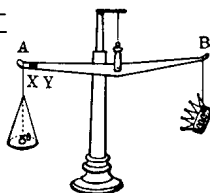
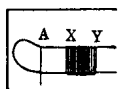


图 1

伽利略设计的“小秤”,如图1所示,看起来很象普通的天平,但这杆秤的秤臂有1米多长,在放砝码的那个臂上,有XY这样一个小段分度,有点象杆秤上的秤星,由于它标有分度的地方只有2~3厘米,所以称它为“小秤”。

那么,伽利略是怎样用他设计制作的“小秤”,来查清楚皇冠中的金子被偷换了多少呢?

他先在秤臂的右端B上挂上皇冠(图2),而在左端A上放砝码,使它与皇冠的重量平衡。然后把皇冠放进水里。由于皇冠被水的浮力托着,小秤的A端便向下倾。这时,把砝码盘从A点朝支点O慢慢

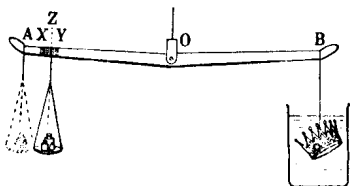


图 2

移动,当移动到Z处时,小秤重新达到平衡。然后看一看XY上的分度,根据ZY和XY的长度比,就能查出皇冠的金子有多少被偷换成银子了。

这里产生了这样一个问题: X、Y 的位置是任意确定的还是特定的? 实际上, X、Y 的位置是特定的。

先说确定X的位置的方法。取下皇冠, 在B点挂上一块纯金(纯金的重量不一定要跟皇冠的重量相同)。在A点挂上适量砝码(W_1), 先使其与纯金块平衡。然后把纯金块浸到水里, 并把砝码悬点朝支点O的方向移动, 移动到恰好能平衡的一点, 在这点上记上记号X(图3)。

这里可能有人会发生一个疑问: 既然说X的位置是特定的, 而不能是任意的, 那么为什么可以跟所用的纯金块的大小无关呢?

这个问题我们可以这样理解: 假设你选用的纯金块的重量是193克, 用相当的砝码 W_1 与它平

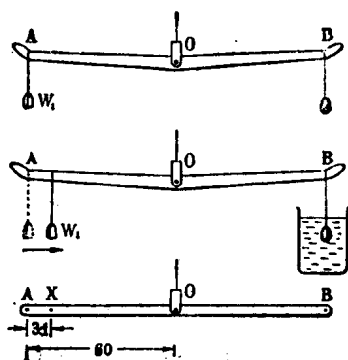


图3

衡。然后, 把纯金块放进水里。纯金块由于受到浮力作用, B点受力会减小, 破坏了小秤原来的平衡状态。这浮力有多大呢? 浮力约有10克(纯金在15~20°C的室温条件下, 它的比重是19.3克/(厘米)³。193克纯金块的体积应是10(厘米)³, 所以浮力约10克)。这样, 砝码盘必须由A点向内移动才能达到平衡, 这一点就是X点。根据杠杆原理, 可得 $OB:193=OX:$

183, 如果 $OA(=OB)$ 的长度是60厘米, 那么 $OX=56.9$ 厘米, 即砝码盘向内移3.1厘米, 这就是X点的位置。

如果换一块大的纯金块, 例如增大10倍, 达1930克。那么, 浮力会增大到100克, B点受的力要减少($1930-100=1830$ 克), 但这个长度比是不会改变的, OX 的长度仍为56.9厘米, AX 的长度仍为3.1厘米。所以X点位置是特定的, 只与纯金相对应。

用同样方法确定Y点的位置。将B处挂的纯金块用纯银块代替, A处挂砝码 W_2 , 使其相平衡。然后, 同样将银块浸没到水中, 并把砝码 W_2 从A向O方向移动, 移动到某点, 使秤臂重新平衡, 这一点就是所要求的Y点。

假设实验所用的银块原先重为210克, 放进水里后, 由于受到约20克的浮力(银在室温时的比重 $10.5\text{克}/[\text{厘米}^3]$), 这样作用在B点的力就变成 $210-20=190$ 克。由于砝码 W_2 从A移到Y处, 所以 $OA:210=OY:190$, 若OA的长度为60厘米, 那么OY的长度就大约是54.3厘米, AY的长度是5.7厘米(图4)。

同样道理, 对B点处挂银块的大小并不受什么限制。因

为它们的长度比是确定值, 不会生发改变。

用这种方法在小秤上定出X、Y点并标上记号后, 就能用它来称皇冠。当然, X、Y点都是由实验得出的, 而不是根据计算得出的。

称的过程是: 先在A、B点

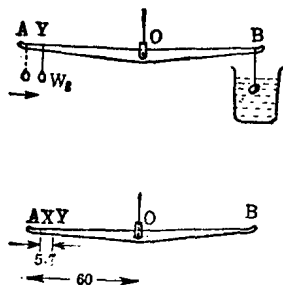


图4

上分别挂上砝码和皇冠，调整砝码使与皇冠相平衡。然后把皇冠放进水里，再将砝码朝支点方向移动，直至秤臂达到平衡为止。

如果砝码的位置 Z 恰好挪到 X 处，秤臂达到平衡，那么表示皇冠和金块一样，是纯金的，没有掺入银（图 5）；如果砝码的位置 Z 恰好挪到 Y 处，秤臂达到平衡，那么表示这个皇冠完全是银子做的；如果砝码的位置 Z 移到 X 、 Y 之间达到平衡时，那么表示这皇冠既不是用纯金也不是纯银做的，而是两者的混合物。 Z 愈靠近 X ，皇冠里所掺的银愈少。长度 XZ 和 ZY 分别表示银和金在混合物中所占的重量比。如果 XZ 的长度是 XY 的三分之一，那么皇冠中有三分之一的重量是银。

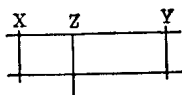
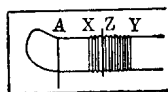


图 5

从这里可以看到，伽利略的这个“小秤”设计是非常巧妙的，显示了伽利略青年时代在实验和设计方面的才华。伽利略平生第一次写的论文就是“小秤”。

伽利略这一“小秤”虽有一米多长，但关键的地方，也就是读分度的地方，却只有 2.6 厘米。如果能把这很短的线段内的分度划得很精细，那么测量的精确度就能提高。在伽利略看来，要进行精密的研究，必须研究出精密的测量办法。而事实上，要在这么小的距离内，利用刻度尺和钢笔，一毫米一毫米的划分刻度，是多么的不容易。

伽利略在划分分度线上想了什么好主意呢？

伽利略避开通常用笔和尺划分分度的办法。他选了一根很细的金属丝，把细金属丝紧紧地依次密缠在 XY 之间那段

秤臂上。每匝之间既不留空隙,也不让线和线相重叠,而且牢牢地缠紧,这样就做出了同等间隔的分度。由于所选用的金属丝很细,伽利略在大约 2.5 厘米的范围里密绕了 61 圈(图 6)。所以每一分度只有 0.4 毫米左右。

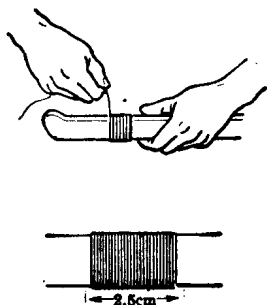


图 6

分度划得很细了,但读数时还容易发生差错。所以伽利略想出不是用眼睛读读数,而是借用细针来帮助,他将针尖轻轻放在线圈上,慢慢地移动,靠“铿、铿、铿”的声音和手的感觉,正确地读出分度读数来。

有名的“皇冠之谜”到伽利略时代,才算真相大白。不仅查清了是否掺假,而且查清了掺银多少。

读者如有兴趣,不妨也做一个这样的“小秤”,用它来测定某种白酒中酒精的成分,方法要你自己去考虑、设计了。这里只告诉一点:纯水的比重取为 1 克/厘米^3 ,酒精的比重取为 0.8 克/厘米^3 。

托里拆利和大气压的实验

意大利物理学家托里拆利（1608—1647）是伽利略的学生，在老师的影响下，他通过一个测量大气压强的实验——托里拆利实验，勇敢地向宗教权威思想挑战，成了一位无畏的科学战士。

古希腊的亚里斯多德是一位非常杰出的学者，他一生中研究了从天文学、力学、气象学、化学、生理学、动物学、心理学直到政治学、经济学、逻辑学、诗学等几乎所有的学科。限于当时的条件，他的有些认识后来证明是错误的。物理学方面除了他错认为“重物下落快，轻物下落慢”外，亚里斯多德还错误地认为世界上不可能有真空存在，他在《物理学》一书中提出“自然憎恶真空”。他认为，箭在疾飞，矢端的空气分开让路，翼尾的空气又立即合拢复原；吸取式抽水机在抽水的过程中，只要活塞向上一提，下面的水就立即会垫补上来。在他看来自然界中一刻也不许有真空存在。

错误的理论终究经不起实践的检验。亚里斯多德借助吸取式抽水机来勉强解释的理论，到十七世纪的1640年遇到了极大的困难。当时佛罗伦萨城里的矿井碰到了这样一个棘手的问题：发现当用一台抽水机抽11米深的坑里的水时，结果抽水机只能使水升高10米左右，而且无论怎样改善抽水机的结构，也不能使水升得更高。这就使人对亚里斯多德的

“自然憎恶真空”的说法发生了怀疑。10 米高水柱的水面之上不是明明存在着真空吗？那为什么水不能再来填补了呢？

最先发现真空的人是守候在伽利略的病床旁边直到伽利略去世的、他的学生托里拆利以及另一个学生维维亚尼（1622—1703 年）。托里拆利等根据他们老师伽利略的想法，好不容易才成功地作出了真空。

1643 年，托里拆利根据老师伽利略的设想，进一步研究了这个问题。他用一根一端封闭的玻璃管，在管中充满水银，用手指压住开口的一端，将玻璃管倒插到水银槽中。当他把手指拿开以后，这一根长约 1 米的玻璃管中的水银并不全部流到槽内，而是在降落到高出槽中水银面约 76 厘米处时，管中水银便不再降落。但如果玻璃管上端不闭口，那么管中水银柱就无法再留在管中。这实验事实说明，自然界里可以存在真空。托里拆利又根据测得的管中的水银柱高度（约为 76 厘米），依照水银和水的比重，算得一个标准大气压可以把水银柱压高 76 厘米，也就是能把水压高 10.34 米。吸取式抽水机只能把水抽高 10 米的谜解开了。

托里拆利同时代的法国物理学家、数学家帕斯卡在知道了托里拆利实验之后，曾于 1647 年 11 月 15 日写信给他的亲戚皮埃。信中说：“你是了解的，如果在山顶上水银柱的高度显得比山麓低些（我有许多根据这样想，虽然讨论这个问题的人们，也支持另外一种意见），那么，就可以从中作出结论，这种现象的唯一原因，是空气的重力”。于是皮埃制作了两个水银气压计，将其中一个安放在皮埃·德·顿山的山麓。另一个拿在手中，一面爬山，一面观察水银气压计中水银柱的高度变化。随着爬山高度的增加，他观察到水银柱确实在逐渐下

降。到达山顶时，水银柱的高度减少了 3 英寸 15 线（1 线 = 2.24 毫米）。

后来，托里拆利根据大气压是由于空气有重量而产生的这一实验事实，认为可以测定包围地球的空气层的厚度。他说，大气的高度不会超过八十公里，并不是充满整个天空的。

尽管托里拆利已经证明了大气压力的存在，但在当时许多科学家对大气压力的巨大威力还是不那么相信，以致在这著名实验成功四年以后，还在一些科学家中激烈争论，直到 1654 年葛利克的马德堡半球实验成功，科学地证明大气压力的巨大威力，才使这场争论告一段落。

