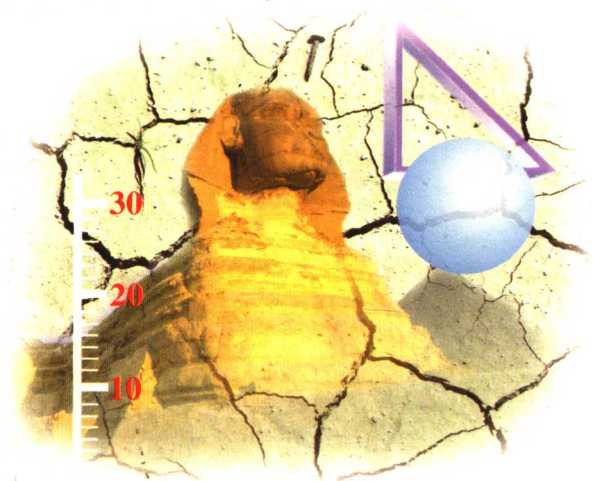




科技 **大发现** 系列 40



物理大发现

章志彪 张金方 主编

中国建材工业出版社

世界科技全景百卷书 ⑩

· 科学大发现系列 ·

物理大发现

编写 赵贞

中国建材工业出版社

目 录

伽利略与惯性定律	(1)
能量守恒和转化定律	(9)
苹果启发了牛顿	(18)
比重与浮力	(26)
杠杆原理	(30)
柏克勒尔发现放射线	(35)
欧姆与他的定律	(38)
发现电压	(44)
大气压	(50)
电和电流的发现	(53)
污膜之谜	(61)
宇宙射线的发现	(64)
发现电子	(68)
揭开原子结构秘密	(72)
奥斯特与电、磁	(79)
电磁感应现象	(86)
赫兹发现电磁波	(96)
找到了中子	(103)
镭和钋	(107)
超导现象的发现	(114)

伽利略与惯性定律

1582年的一天，意大利比萨城一个年轻的医科学生，正在比萨大教堂里跪着，同去做礼拜的同伴们都在专心地听牧师讲道，大厅里除了讲演声和一根链条的擦碰声外，一片寂静。一盏从教堂顶端悬挂下来的吊灯，被风吹得在空中来回摆动。摆动着的挂灯链条的嘀嗒声惊扰了正在做祈祷的医科学生——伽利略。这种人们常见的现象，引起了伽利略极大的兴趣。他的思考与牧师的祷告距离越来越远了。他目不转睛地注视着吊灯的摆动，尽管吊灯摆动的振幅逐渐减小，但往返一次所需要的时间似乎都一样。他把右手指按在左手腕的脉搏上测量起来，惊奇地发现：不论灯摆动的幅度多大，每摆动一次所需用的时间的的确确是相同的。这个意外的发现，使他仿佛遭到了闪电的突然袭击，引起了伽利略的惊奇。他自问：自己的感觉是正确的吗？不是感觉欺骗了自己，就是亚里士多德“摆幅短需时少”的说法是错误的。究竟是看花了眼，还是发现了奇迹，发现了大自然的一个伟大真理？他在教堂一刻也呆不下去了，拔腿跑回家中。

伽利略回家后，迫不及待地进行了实验，为了取得精确的实验结果，他找来了一只沙钟，准备好鹅管笔、墨水、纸张，认真记录实验数据，并请他的教父帮助他进行这个试验。他找来两根一样长的绳子，在顶端各坠上一块相等重量的铅块，分别将两根绳头系在两根厅柱上。伽利略手拿两个铅摆，

分别拉到距垂直线不同的位置，然后同时放开手，让绳索自然摆动，让他的教父数一根绳索的摆动次数，自己数另一根绳索摆动的次数，然后加以比较。经过多次反复实验，发现两根绳索来回摆动的次数总数是一样的。伽利略终于发现：虽然两根绳索起点不相同，但摆动的时间却一样。他发现了摆动的规律，并用数学公式给予了准确的表述：即摆动的周期与摆的长度的平方根成正比，而与摆锤的重量无关。这就是伽利略年轻时发现的著名的“摆的等时性原理”。后来，荷兰的科学家犹更斯就是根据这个原理，制造出了挂摆的时钟。今天，这个原理被更广泛地应用于计数脉搏、时钟计时、计算日食和推算星辰的运动等诸方面。

伽利略发现著名的“摆的等时性原理”时，年仅18岁。

1564年2月15日，伽利略出生于意大利的比萨城。他的祖辈是佛罗伦萨的名门贵族，父亲是音乐家，作曲家，多才多艺，而且还擅长数学，可是他却不愿意自己的儿子将来成为一名数学家或音乐家，希望他能成为一位医生。伽利略11岁时，进入佛罗伦萨附近的法洛姆博罗莎经院学校，接受古典教育。孩提时代的伽利略，好奇心极强，喜欢与人辩论，从不满足别人告诉他的道理，而要自己去探索、去想象。他虽是一个音乐师的儿子，却从小就对“天空的音乐”感兴趣，他父亲说他是一个心不在焉的小星象家，说他常常眼里看见奇象，耳朵里听见异音。在学校里，当老师在解说拉丁文的介词，或意大利文的动词的重要性时，小伽利略的心早就随着父亲给他买的作为生日礼物的那只小气球飞到天外去了。他还喜欢制造机械玩具做游戏，他制作了各式各样的像车、风车、船之类的小玩意儿。

17岁时，伽利略进入了比萨大学学医。然而，他以后的成就竟与医学毫无关系。在大学学习期间，他对医学兴味索然，却迷恋着数学，在他的医学教科书下藏着欧几里德和阿基米德的著作，背着人，一心一意地钻研着数学。空闲时，就用自制的仪器进行自然科学实验。他深深感到：“数理科学是大自然的语言。”为了学好这种语言，他决意献出自己的一生。

在学习过程中，伽利略表现出了独特的引人注目的个性，对任何事物都爱质疑问难。他不但指责学校的教学方法，而且还怀疑教学内容。尤其是对哲学家们所崇奉的那些“绝对真理”，他更想探明它们究竟包含什么意义，甚至对古希腊伟大的哲学家亚里士多德的主张也提出了质疑。

伽利略的学习动向和实验活动，引起了学校教授们的不满，因为一个学生要独立思考，简直是不折不扣的异端。教授们宣布道：“所有科学上的问题都最后而且一劳永逸地被亚里士多德解决了。无论何时，只要谁敢对一条教条式的说法提出异议，教授只需引用亚里士多德的一句话就可以结束争论。而伽利略却常常用自己的观察、实验来检验教授们讲授的教条，对于伽利略“胆敢藐视权威”的狂妄举动，教授们不仅写信向伽利略的父亲告状，而且拒绝发给伽利略医学文凭，甚至给他警告处分，因此，伽利略被迫离开了比萨大学，成了一个人所共知的学医失败者。

1585年，伽利略回到佛罗伦萨，在家自学数学和物理，潜心攻读欧几里德和阿基米德的著作，1586年写出论文《水秤》，1588年写出《固体的重心》，从而引起了学术界的注意。1589年，伽利略的母校比萨大学数学教授的席位空缺了，在友人的推荐下，他当上了比萨大学的数学教授。伽利略，这

位年仅 25 岁的教授在完成日常教学工作外,开始钻研自由落体问题。

当时,亚里士多德的物理学占支配地位,是无容置疑的。亚里士多德认为:不同重量的物体,从高处下降的速度与重量成正比,重的一定较轻的先落地。这个结论到伽利略时差不多近 2000 年了,还未有人公开怀疑过。物体下落的速度和物体的重量是否有关系:伽利略经过再三的观察、研究、实验后,发现如果将两个不同重量的物体同时从同一高度放下,两者将会同时落地。于是伽利略大胆地向天经地义的亚里士多德的观点进行了挑战。

伽利略提出了崭新的观点:轻重不同的物体,如果受空气的阻力相同,从同一高处下落,应该同时落地。他的创见遭到了比萨大学许多教授们的强烈反对,他们讥笑着说:“除了傻瓜外,没有人相信一根羽毛同一颗炮弹能以同样的速度通过空间下降。”他们准备教训伽利略,迫使他在全体教授和学生们面前承认他的观点是荒唐的,让他当众出丑,永世不得翻身。

对于亚里士多德的信徒们的挑战,性格倔强的伽利略毫不畏惧,为了判明科学的真伪,他欣然地接受了这个挑战,决定当众实验,让事实来说话。

公开的“表演”地点在比萨斜塔。1590 年的一天清晨,比萨大学的教授们穿着紫色丝绒长袍,整队走到塔前,洋洋得意地准备看伽利略出丑;学生们和镇上的市民们,也熙熙攘攘地聚集在比萨斜塔下面,想看个究竟。伽利略和他的助手不慌不忙,神色自如,在众人一阵阵嘘声中,登上了比萨斜塔。伽利略一只手拿一个 10 磅重的铅球,另一只手拿着一个

1磅重的铅球。他大声说道：“下面的人看清，铅球下来了！”说完，两手同时松开，把两只铅球同时从塔上抛下。围观的群众先是一阵嘲弄的哄笑，但是奇迹出现了，由塔上同时自然下落的两只铅球，同时穿过空中，轻的和重的同时落在地上。众人吃惊地窃窃私语：“这难道是真的吗？”顽固的亚里士多德的信徒们，仍不愿相信他们的崇拜者——亚里士多德会有错误，愚蠢地认为伽利略在铅球里施了魔术。为了使所有的人信服，伽利略又重复了一次实验，结果相同。伽利略以雄辩的事实证明“物体下落的速度与物体的重量无关”，从而击败了亚里士多德的信徒们。

正是这次闻名史册的比萨斜塔实验，第一次动摇了亚里士多德在物理学中长期占统治地位的偏见，打破了亚里士多德的神话。后来，伽利略又通过计算，得出了自由落体定律。但是，比萨斜塔实验却惹怒了比萨大学的许多权威人士。从此，年轻的科学家受到守旧派的仇视和迫害，伽利略被从比萨大学排挤了出来。

伽利略没有因此而灰心丧气，思想仍旧十分活跃。不久，在友人的介绍和帮助下，1592年伽利略被聘为帕多瓦大学的数学教授。帕多瓦大学位于威尼斯水城，是一所学术空气很浓，而且较为自由的大学，其医学和数学在欧洲久负盛名。伽利略在这所大学一呆就是18年，这是他科学生命最为活跃的时期。

在这期间，伽利略陆续发表了一些力学、运动学、声学和光学，以及宇宙体系等方面的著作。同时，他深受帕多瓦大学学生们的爱戴和敬佩，每当他讲演时，那个能容纳2000多人的讲堂就挤得满满的，而且许多听众是从欧洲各地特意

赶来的。

1608年，伽利略从朋友的来信中得知，一位荷兰眼镜商人，在制造眼镜镜片时，能够用凸凹镜片的组合看清远处的物体。伽利略的好奇心又被拨动了，立即开始钻研光学和透镜。他检查了各种类型镜片的曲率以及他们彼此的各种组合方式，用准确的数学公式测量出不同曲率和不同组合所引起的视觉上的效果。1609年，他终于研制成了人类历史上第一架放大倍数为32倍的天文望远镜。

伽利略最初制造的望远镜只能放大物体几倍，但是这架望远镜比港口瞭望员用肉眼观察可以早两个小时发现进港的船只。当伽利略把这架望远镜献给威尼斯总督后，他获得终身教授的职位，因为对以航海贸易为主的威尼斯来说，望远镜的重要性不亚于一支海军。

1609年8月21日，伽利略兴高采烈地邀请他的朋友们登上威尼斯钟楼的楼顶，向他们展示那架能放大32倍的望远镜，让他们一个接一个地透过他的“魔术放大镜”往远处看。朋友们清晰地看见了远处来往的船只；远方山上吃草的羊群；城镇尽头教民们在教堂中进进出出；夜间观天，看见了“遥远的星宿如在眼前。”这奇特的“魔镜”轰动了整个欧洲，不久，也传入中国。

伽利略把这架望远镜称为“我的侦察镜”，利用它探测广阔的天空。他昼夜进行观测，发现了前人未曾发现过的现象：太阳上有黑子；月亮上有隆起的山脉，低洼的平原；木星有4个小卫星绕它旋转；银河是由众多小星群集而成。这是划时代的伟大发现。他根据自己对星团的观测，绘制了天文学史上第一批星团图，出版了《星际使者》一书，向全世界报道

了他新颖而富有说服力的观测结果，比较隐晦地宣传哥白尼的观点。

伽利略通过实际观测和深入研究，认为哥白尼的日心说是完全正确的，托勒密地心说则是荒谬的。为了申明自己的观点，他写下了不朽的杰作《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》，1632年用意大利文在佛罗伦萨出版。在书中，伽利略运用大量事实，以“对话”的形式申述了哥白尼学说的正确性。他说：“哥白尼头脑之精细和眼光之敏锐要大大超过托勒密，因为托勒密没有看到的，他都看到了。”这种做法和说法，在哥白尼的学说被教廷正式宣布为“邪说”的专制时代，要冒何等的风险啊！伽利略正是冒天下之大不韪的科学勇士。

《对话》问世后，影响极大，受到了全欧洲广大读者的赞扬，却触怒了当时的罗马教廷，伽利略的名字被列入罗马宗教裁判所的黑名单。1632年8月，罗马宗教裁判所向《对话》的出版商发出通令，禁止出售该书。并传令伽利略马上到罗马受审。

年近七旬的伽利略收到传讯通知书时，正在病中。医生写了证明书：“伽利略生病在床，他可能到不了罗马，就到另一世界去了。”残无人道的宗教裁判所竟下令：只要伽利略能勉强行走，就要锁上铁链，押到罗马来。1632年底，伽利略在朋友们的搀扶护送下启程了。他冒着呼啸的寒风，经历千辛万苦，于1633年2月到达罗马。这位已经半死不活的可怜老人，一到罗马，立即被监禁了起来。

1633年4月，罗马宗教裁判所开庭对伽利略进行审讯，以各种方法逼迫伽利略放弃哥白尼学说。审讯持续了好几个

月，伽利略坚持不肯忏悔。裁判所便以火刑威胁，年老多病的伽利略被折磨得精神恍惚，被迫在判决书上签字，同日心说一刀两断。据说，当精疲力竭的伽利略被朋友们搀扶着离开法庭时，嘴里仍叽叽咕咕地嘟囔着：“地球确实是在运转呀！”最后，罗马宗教法庭还是判处伽利略终身监禁。

残酷的精神和肉体上的摧残，并没有使伽利略屈服，他的科学大脑一直在无休止地工作着，他说：“我的活动的脑子一直要工作下去。”1636年，他秘密地完成了最后一部著作《关于两门新科学的讨论和数学证明》。此书总结了他自己长期对物理学的研究，其中包括动力学的基础。书中提供的许多原则和规律，为牛顿运动定律的发现奠定了坚实的基础。

1637年，伽利略双目失明了，再也无法进行科学研究了，他痛苦地对朋友说：“在最后的日子里再也看不到光明了，以致这天空、这大地、这由于我的惊人的发现和清晰证明后比以前智者所相信的世界扩大了百倍的宇宙，对我来说，这时已变得如此狭小，只能留在我自己的感觉中了。”

1642年1月8日，伽利略，这位伟大的科学家，含冤去世。终年78岁。1737年，意大利国民为了纪念这位不幸的先驱者，把他的坟墓安置在佛罗伦萨的克洛齐教堂，以示怀念。1980年10月，一个由世界著名科学家组成的委员会在罗马成立，重新审理“伽利略案件”，为沉冤300多年的伽利略昭雪平反。历史终于显示了它的公正，伽利略终于恢复了清白，如他地下有知，该是可以感到欣慰了。

能量守恒和转化定律

迈尔(1814~1878),是德国人,从小学医。1840年他才26岁,便在汉堡独立开了一个诊所行医了。他平常对事情总要问个为什么,而且必须亲自观察、研究、实验。别人笑他这股痴劲,他却反而嘲笑当时形而上学的诡辩哲学,并对它厌恶至极点。他越来越不满足于自己生活在汉堡这个小天地里,和亲人们闹着要到外面去闯一闯。机会真的来了,有一支船队要到印度尼西亚远航,正好缺一个随船的医生,他便欣然应征。1840年2月22日这天,他便开始了海上生活。

也不知经历了多少个昼夜,迈尔终日在船上凭栏远眺,但是看不见陆地,看不见树木,除了蔚蓝的海水就是白浪,只是感觉到气候越来越热。这天,好不容易到达爪哇岛的巴达维亚(即今日的雅加达),船队才终于可以停靠港口,人们也终于能登陆休息了。但是由于气候水土不适应,许多船员突然都生起病来,迈尔就按照他过去的老办法,放血治疗。在德国治这种病只需在病人的静脉管上刺一针就会放出一股黑红的血来,现在他虽仍然是一针扎下来,可是这些同胞的静脉管里却冒出的是鲜红的血。船员们的病倒是治好了,但迈尔却开始头疼起来。他本就有一个爱观察、爱思考的习惯,现在遇到这种奇怪的事,他的脑海怎能平静下来?经过多日的冥思苦想,他终于想通了一个道理。他想:血液之所以是红的,是因为里面含有氧,氧在人体内燃烧产生热量,维持人

的体温。这里由于靠近赤道，气候炎热，人的体温并不需要那么多氧去维持，血里的氧消耗不多，静脉管里的血液自然就还是鲜红的。这个推论不一定正确，但是他却突发奇想地想到一个人们从没有想过的极重要的问题，就是人身上的热量究竟是由什么转化来的，是由心脏的运动吗？不是，他计算了一下，顶多只有 500 克重的一颗心脏，它运动做功产生的热量根本不能维持全身的体温。看来体温是靠全身的血肉来维持的，而这又要靠人每天吃食物，吃肉得来的；肉却是其他动物吃草长成的，而草是靠太阳的光热进行生物化学变化而生长成的。太阳的光线又是从何而来呢？他想太阳假如是一块燃烧的巨大煤块，按 1 克煤可以放出热量 6000 卡计算，这块巨大煤块只能燃烧 4600 年。看来不是这么回事，他又想那一定是无数陨星、小行星高速撞击到太阳表面使之发热的，他推算出太阳中心的温度是 2750 万度~5500 万度（今天我们知道的实际是 1500 万度）。迈尔就是这样没完没了地联想，各种能的形式在他的脑海里不断转换，越想越多，越想越宽，从具体上升到抽象，最后他想应该集中到一点：用什么来说明、来衡量这些能量间的转换呢？这就是热、热量。每种能量都可以转化或换算成热量，这就是它们之间的相似之处。迈尔在不知不觉中已从狭窄的医学领域，跳到了大众学科领域中。

迈尔远征南洋之行，无意之间获得了这样一个新的想法，喜悦之情无法用言语来表达。他一回国就写了一篇论文《论无机界的力》提出机械能与热能的转化思想，而且还自己设计实验测出热功当量是 365 千克米/千卡。他兴冲冲地带着这篇文章来到当时德国最具权威的科学杂志《物理年鉴》杂志

社，声言一定要亲自面见总编。总编辑波根道夫一见到这个年轻人便先问他道：“您是搞什么专业的？”

“我是一名医生。”

“医生怎么到我们物理杂志社来投稿呢？”

“我的这个新理论不但管医学，也管物理、化学，一切自然科学都逃不出它的范围。”

“年轻人，你在说疯话吧。”

波根道夫答应，可以把论文先留下。可是迈尔回到汉堡后，左等右等却不见文章发表。他料想自己这个无名小卒人家不会相信，便又将此文投到一份医学杂志，终于在1824年5月问世。但物理学家们谁也不曾注意这种医学小刊物。于是他到处演说，挤进去参加人家的物理学术会议，让人们相信世界上能量是不生不灭的。这天他又在一个讨论会上大声演说：

“你们看，太阳把能量洒向地球。地球决不会让这些能量浪费掉，就处长满了植物，它们生长着，吸收着阳光，并且又生出各种化学物质……”

但是他讲的这些谁也不相信，人们议论纷纷：“这纯粹是胡扯，是瞎猜，有什么实验根据呢？”其实迈尔所提出的是光合作用问题，以后果然被俄国科学家季米利雅捷夫所证实。这是后话。人们根本不愿听迈尔的演说，对他很不尊重，说：“看来他真的有些疯了吧。”

迈尔气极了，大声喊道：“什么叫疯了？疯子是不按常规想事、做事，但不遵循常规的人却并不一定是疯子。哥白尼、布鲁诺、伽利略、哈维不是都打破了常规，都曾被人称为疯子吗？但是历史却证明他们是真正的伟人！”

“哈哈，原来你是想当哥白尼啊！”

“你还是先当一个好医生，治治自己的精神病吧！”

会场上一片哄笑。

迈尔由于不被人理解，他陷入极度的痛苦中。加上他的两个儿子又相继去世，精神上受到更大的打击。他走过大街，大家议论：“这就是那个疯医生，连自己的孩子也治不好。”渐渐，他的诊所也无人光顾了。他也一天天更加形容枯槁，脾气更加狂躁。

1850年的一天晚上，他拖着疲惫的身子回到家里，刚迈上楼梯就听到家里有人说话，是妻子的声音：“先生，请您拿个主意，他是否该去住一段时期的医院了。”他推门进去，本地一位精神病院的名医师正坐在沙发里。原来家里人也把他当成精神病人了。他非常愤怒，将桌子一把掀翻，喊道：“你们全都疯了，你们不要我这个疯子，我就离开这个全是疯人的世界！”

说罢，他冲出门外，从阳台上头朝下一跳，便栽下楼去了。家里人半天才反应过来，看着黑呼呼的楼下，一时又哭又喊乱成一团。好不容易把他送到医院，虽然性命挽救过来了，但神经已经错乱了。一个天才就这样被人言给毁了。

和迈尔同时期研究能量守恒的，还有一个英国人叫焦耳(1818~1889)他从小体弱多病，不能到学校去学习，只能在家里自学。在后来又投到道尔顿门下学化学、物理、数学。焦耳的父亲是一位啤酒商，他为儿子留下了一个啤酒厂，焦耳便一边经营啤酒厂一边研究科学。在长期的酿酒过程中，使他懂得准确测量的重要性。自从他听说法拉第发现电磁感应后，他又迷恋于电的研究，真是条条大道通罗马，就像迈尔

从静脉血液的颜色想到能量转化一样，焦耳却从导线通电后可以发热，想到了电能和热能的相互转换。1840年他才22岁，便发现将通电金属丝放在水里，水会因此而发热。经过多少次精细地测试，他得出了一条定律：通电导体所产生的热量跟电流强度的平方、导体的电阻和通电时间成正比，这就是有名的焦耳定律。当时焦耳将自己的结论写成论文，送给英国皇家学会。但是这篇文章，一直拖到第二年10月才在《哲学杂志》上登出。

焦耳的性格毕竟与迈尔不同。他谦和大度又极具有韧性。无论社会上承认不承认，重视不重视，他总是自己干自己的，不去听别人论长短，对所遇到的难点他总要弄个水落石出。1843年他测了水电解时产生的热，又测了运动线圈中感应电流产生的热，计算出无论化学能、电能等各种各样的能所产生的热都相当于一定的功，即460千克力·米/千卡。1845年的一天，他带上自己最新测得的数据和实验仪器，参加在剑桥举行的学术会议。他当场做完实验，非常肯定地宣布：“自然界的力（能）是不能够毁灭的，如果消耗了机械力（能），总能得到相当的热”。台下在坐的都是一些赫赫有名的大科学家，他们对这种闻所未闻的理论一个个听得直摇头，连法拉第也转过身来对身边的人说：“这恐怕不可能吧。”其中有一人当时便十分恼火。此人叫威廉·汤姆生（1824~1907），后来的英国皇家学会会长，这年才21岁，但已是一个远近闻名的才子了。他父亲是格拉斯大学的数学教授，他8岁就跟随父亲听大学的数学课，10岁就正式考入该大学，后又到剑桥学习，这年刚毕业就获得了数学学士和史密斯奖章，自认为学富五车，才高八斗，那些数理化的规律早就滚瓜烂熟于心。今天

听了焦耳的这段奇论，他转身问道：“这台上站着的是哪个大学的教授？”别人告他是曼彻斯特啤酒厂的老板。他鼻子一哼道：“原来是个酿酒匠啊，也配来这里讲演？”说完起身退出了会场。

台下的议论，汤姆生的举动，焦耳自然也都看在眼里听到耳中。但他不将这些放在心上，回到家里继续一边酿酒，一边搞业余研究。他不仅用水来测机械能转化成的热，还换了水银、鲸鱼油、空气，又用铁片摩擦生热，后来又把热功当量精确到 423.9 千克米/千卡。就这样锲而不舍地进行实验竟持续了近 4 年，达 400 多次，其毅力实在是惊人。1847 年焦耳终于设计成一种清楚明了后来在科学史上很著名的实验，即用一个密封水桶在里面装上浆，浆上有轴，轴与两边的重物相连。这样重物下降便带动浆的转动，从而使桶内的水摩擦生热而通过下降的高度来求热功当量。这年英国科学协会又在牛津召开会议。会议主席一见他来便皱起眉头说：“焦耳先生，你的那些东西据我所知现在还没一票支持，最好不要再浪费时间了。”

“我匆匆赶来正是为了取得支持，我相信经过现场表演，这些聪明的教授会看得懂其中的道理，会支持我的。”

“那好，但实在是时间有限，请只介绍实验，报告就不必做了。”

“可以。”

焦耳将他的仪器摆好，转动摇把，让重物升高下降，又测出桶内水的温度说：“你们看机械能就是这样可以定量地转化为热，反过来 1000 卡的热也和 423.9 千克米的功相当。”

他话还没有说完，突然台下站起一个人来高声说道：“这