

# 物理学史中的十月

1644年10月：托里拆利示范了真空的存在

(译自 *APS News*, 2012年10月)



萧如珀 杨信男 译

托里拆利 (Evangelista Torricelli) 出生于卑微的家庭, 最后晋身于意大利的知识界。他引领意大利, 之后甚至全球, 解决了两千年来有关真空, 以及空间本质的哲学辩论。托里拆利因做了一个简要明确的物理实验, 经了解后得到了答案, 所使用的设备也是一个实用的发明——水银气压计。

托里拆利于 1608 年 10 月 15 日出生在意大利法恩扎, 自幼遭父亲遗弃, 所以被带到罗马接受教育。他在那里出色的表现引起了人在佛罗伦萨的伽利略 (Galileo) 的注意, 于是他搬去佛罗伦萨和伽利略住在一起。伽利略当时正全力思考托斯卡掘井师傅们所面临的一个难题: 他们每次试着用抽水机将水往上抽大约 10 m 后, 即会感到很泄气, 因为他们努力要再抽高一点时, 水就会从抽水机的活塞分岔开来, 而无法再往上。这是因为活塞下形成了真空吗? 他们问伽利略, 为什么水无法再往上抽高呢? 伽利略认真地思考此问题, 可是直到他 1642 年过世时, 此问题仍是无解。

之后于 1644 年, 托里拆利着手研究此问题。在检视先前的实验后, 他自己做了实验。实验的装备是一个一端密封, 长约 1 m 的玻璃管, 托里拆利在管内灌满了水银后, 将开口的一端盖住, 再将其翻



托里拆利

转倒立在水银槽中。这个实验并不像现在听起来如此容易做, 玻璃管在当时易碎, 又难取得, 在灌满 1 kg 的水银时常会破掉。幸好有一位技术高超的助理帮忙, 实验才得以完成。结果是管内的水银下降了, 在槽面上方大约 76 cm 处才稳住下来。托里拆利正确地推测说, 水银在管内的高度是因大气的重量压迫槽内的水银所致, 而在水银柱上方的空间是一真空。这是第一次在实验室制造出真空, 并被如此解读。

真空的概念自古以来一直都有争议性, 柏拉图和亚里士多德两人都认为真空是不可能存在的, 是违反大自然的。在中世纪欧洲, 人们以一句话做总结: “大自然

憎恨真空”, 讨论真空成了异端而且危险。

“真空 (Vacuum)” 这个字在英文中最早出现于 1550 年, 被坎特柏立的大主教克兰默 (Thomas Cranmer) 在他的著作, 英格兰教会核心文献的《公祷书》 (*Book of Common Prayer*) 中所引用。他部分做为神学辩论所使用的词语 “大自然的道理憎恨真空, 真空是指, 没有任何物质的空间。” 被《牛津英文大字典》所引用。这已是被认可的见解, 但随着天主教玛莉女王于 1553 年登基, 正统的说法改变了, 克兰默于 1555 年因异端邪说被判有罪, 来年在火刑柱上被烧死。

托里拆利的成就在于将真空的概念从古时的辩证法带至实验物理中, 但他注意到真空想法的争议性, 所以一开始并未将他的实验公诸于世, 只在写给朋友瑞奇 (Michelangelo Ricci) 的信中提及。1644 年 10 月, 法国科学家梅森 (Marin Mersenne) 拜访托里拆利, 托里拆利为他重复做相同的实验, 还将他写给瑞奇的信拷贝一份给他。梅森将信带给帕斯卡 (Blaise Pascal), 以及在法国的其他科学家, 首度将托里拆利的研究公开。

帕斯卡立即了解实验的意义, 于 1646 年亦做了相同的实验。他相信大气压力会随着高度而降低,

# 她用物理的情趣，引我们科苑揽胜； 她用知识的力量，助我们奋起攀登！

## 欢迎投稿，欢迎订阅

《现代物理知识》杂志隶属于中国物理学会，由中国科学院高能物理研究所主办，是我国物理学领域的中、高级科普性期刊。

为进一步提高《现代物理知识》的学术水平，欢迎物理学界的各位专家、学者以及研究生为本刊撰写更多优秀的科普文章。投稿时请将稿件的 Word 文档发送至本刊电子信箱 mp@mail.ihep.ac.cn，并将联系人姓名、详细地址、邮政编码，以及电话、电子信箱等联系方式附于文章末尾。

所投稿件一经本刊录用，作者须将该篇论文各种介质、媒体的版权转让给编辑部所有，并签署《现代物理知识》版权转让协议书（全

部作者签名），如不接受此协议，请在投稿时予以声明。来稿一经发表，将一次性酌情付酬，以后不再支付其他报酬。

《现代物理知识》设有物理知识、物理前沿、科技经纬、教学参考、中学园地、科学源流、科学随笔和科苑快讯等栏目，并于 2009 年增加了彩色中心插页。

2014 年《现代物理知识》每期定价 9 元，全年 6 期 54 元，欢迎新老读者订阅。

邮局订阅 邮发代号：2-824。

编辑部订阅 汇款到：北京市玉泉路 19 号乙高能物理所《现代物理知识》编辑部；邮编：100049。

需要过去杂志的读者，请按下列价格汇款到编辑部。1992 年合订本，18 元；1993 年合订本，18 元；1994 年合订本，22 元；1994 年增刊，8 元；1994 年附加增刊合订本，36 元；1995 年合订本，22 元；1996 年合订本，26 元；1996 年增刊，15 元；1997 年合订本，30 元；2000 年附加增刊合订本，38 元；2000 年增刊，10 元；2001 年合订本，48 元；2002 年合订本，48 元；2003 年合订本，48 元；2004 年合订本，48 元；2006 年仅剩 4、5、6 期，每期 7 元；2007 ~ 2011 年单行本每期 8 元，合订本每本 50 元；2012 ~ 2013 年单行本每期 9 元，合订本每本 60 元。

于是雇用了一位亲戚和几个朋友，帮忙携带气压计到法国南部的山上。他们发现大气压力如预期地随着高度而降低，奠定了气象学的基础。

帕斯卡知道气压等同于单位面积上大气的重量，他将此和地球表面的面积结合起来，算出了大气的总质量。他的结果比目前被接受，从《化学物理手册》

（*The Handbook of Chemistry and Physics*）所引用的数值少些，但相差不超过 30%。关于计算方面，帕斯卡注意到“知道加减的小孩都会算”，高度肯定了法国的学校制度。

托里拆利的装备是最早的水银气压计，后来的气压计都做了些

许的改进，以增加数值显示的准确度，但基本的设计维持不变。他的气压计在全球的气象站做为测量大气压力的参考标准长达超过 3 个世纪，这也许是一个相同设计的仪器被使用最久的纪录。1977 年，美国国家气象局终于宣布要以最新研发的压电石英晶体气压变换器来取代水银气压计，做为参考标准。

托里拆利处于时空的转折点上，以一个简要漂亮的实验，让两千年来以哲学语词论述的真空和空间的本质，被实验物理论述的现代观点所取代。在 20 世纪，物理学家超越更多，他们发现，真空并非“没有任何物质的空间”，而应该是一个充满惊奇的真空：电磁辐

射，包括大爆炸的最后喷出；大量的虚粒子与反粒子对；受重力弯曲而不成形的空间——这些对早期的物理学家来说全都难以想象。

继气压计的研究之后，托里拆利还研究数学和物理。他推导出容器中液体从小孔流出的速率公式，是大家所知道的托里拆利定理。托里拆利于 1647 年病逝于佛罗伦萨，时年 39 岁。1864 年，意大利法恩扎树立了他的雕像。

（本文转载自 2013 年 10 月《物理双月刊》，网址：<http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；萧如珀，自由业；杨信男，台湾大学物理系，Email: [snyang@phys.ntu.edu.tw](mailto:snyang@phys.ntu.edu.tw)）