

美国《发现》杂志评选的最伟大科学名著



决定经典

016

美国《自然》杂志评选的最经典宇宙学说



[英] 艾萨克·牛顿 著

自然哲学的 数学原理

与《相对论》一样，开创了科学的全新纪元
Mathematical Principles of Natural Philosophy

曾琼瑶 王莹 王美霞 译



构建了力学大厦的旷世巨人牛顿的《自然哲学的数学原理》，
为我们拟定了力学的世界图景及机械地解释自然现象的基本纲领。

凤凰出版传媒集团
江苏人民出版社

凤凰联动
FONGHONG

凤凰决定
DECISION

0301
2/.2

与《相对论》一样，开创了科学的全新纪元

Mathematical Principles of
Natural Philosophy

自然哲学的数学原理

[英] 艾萨克·牛顿 著

曾琼瑶 王莹 王美霞 译



SEU 2498555

保存本

凤凰出版传媒集团
江苏人民出版社

凤凰联动
FONGHONG

凤凰决定
DECISION

图书在版编目 (CIP) 数据

自然哲学的数学原理/ (英) 牛顿 (Newton, I.) 著; 曾琼瑶, 王莹, 王美霞 译. —南京: 江苏人民出版社, 2011.5

(决定经典书库)

ISBN 978-7-214-06747-0

I. ①自… II. ①牛… ②曾… ③王… ④王… III. ①物理学哲学—研究
②牛顿运动定律—研究 IV. ①O4; O301

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第262861号

书 名 自然哲学的数学原理

著 者 [英] 艾萨克·牛顿

译 者 曾琼瑶 王莹 王美霞

责任编辑 王楠

出版发行 江苏人民出版社 (南京湖南路1号A楼 邮编: 210009)

网 址 <http://www.book-wind.com>

集团地址 凤凰出版传媒集团 (南京湖南路1号A楼 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网<http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

印 刷 北京尚唐印刷包装有限公司

开 本 820毫米×1060毫米 1/16

印 张 31.25

字 数 500千

版 次 2011年5月第1版 2011年5月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-214-06747-0

定 价 68.00元

(江苏人民出版社图书凡印装错误可向本社调换)

总序

ZONG XU

回望历史深处，每一代学人都会深切地感到有一些书籍具有决定性的影响力，这些著作成为塑造历史的关键力量，改变了历史进程，也改变了人类社会。可以说，正是这些决定性的经典著作决定了我们今日的世界是这个样子，而不是另一个样子。人类之所以能够进步到如今这个全球一体化的文明时代，正是靠了一代代思想伟人奉献的各种类型的经典著作才实现的，正是靠了这些经典著作的荣光，才照亮了人类走出野蛮、步入文明的道路。

我们编选这套“决定经典·图释书系”，就是要让一代代思想伟人的经典著作达到更为普及的程度。我们希望这些经典著作像它们曾经在历史中发挥过的巨大作用一样，在读者的个人生活中也产生深刻影响。就像这些经典著作曾改变历史进程一样，它们同样也可以改变读者的个人命运，我们对此深信不疑。

我们对“决定经典”的定义是：每一代读者怀着先期的热情在人生的某个阶段总会找来认真研读的经典著作；这些著作都毫无例外地对人类历史、人类社会和人类思想产

生过决定性的影响。因此，这套书系注定是开放式的，也注定是规模宏大的。举凡人类社会中具有里程碑意义的各种类别的经典著作都在我们的编选视野中，这套书将展现人类文明的相对全面的进步阶梯。我们希望单是这套设计精美的书摆在书架上的样子，就可以让读者产生深厚的历史感觉，为自己能够与思想伟人们朝夕相伴而自豪。

我们编选“决定经典”的信念中，自然包含了关于经典的诸多必不可少的普遍性描述。首先，经典在内容上一定是具有丰富性的，理所当然地将涵盖人类社会、文化、人生、科学、自然、历史和宇宙等方面的重大发现和观念更新，它们无一例外地参与了人类传统的形成，完善了社会生活，推进了人类历史。其次，经典当然是富于创造性的，其思想在产生之初必然是全新而动人的。再次，经典当然经得起岁月的淘洗，几乎不受时空限制，其活跃的思想不仅仅适用于过去，也必然适用于今日，也必然适用于未来，也就是说，任何时候都可以影响人生。还有一点，经典必然是具有可读性的，经得起任何人的反复阅读，并能使读者变得更加

成熟，也变得富有思想。

我们深知要让这些经典著作达到更为普及的程度，需要付出很多的心血，需要做很多更为细致的编辑工作。因为这些经典著作，都是一代代思想伟人呕心沥血的思想结晶，其篇幅都是宏大的，从行文逻辑到思想点滴都是尖端的，永远富于创造性，无论经过多少岁月的打磨，都不会缺失初生时的那种勃勃生机。几乎任何时候，对这些经典著作的阅读，都可以丰富读者的大脑，启迪读者自己也变得思想生动而睿智。但是，这些思想伟人的观念和思维方式，都因其独创性而显得高妙异常，在很多方面都是一般读者难以望其项背的，这对一般读者亲近这些经典著作产生了微妙的心理影响，在普及方面造成了一定的障碍。

我们深知如何克服这些阅读心理的影响，而这正是使这些经典著作达到更为普及

的程度的关键。这是我们采用“图释”的编辑方式来出版这些经典著作的根本原因。我们在相关专家的指导下，做了两方面的具体编辑工作：一是在文字上力求精确、简练和传神，使全书体系更为完善。二是精选相关图例。凡是有助于理解该书思想的图例，我们尽量列入，按有机的历史顺序加以编排，使该书图文并茂、相得益彰，并辅以精准的图片说明，让该书中的深奥思想变得晓畅易懂。这些深奥思想的历史演变、人物体系和实质影响都以简明百科全书式的解读得以清晰呈现，使读者能够在相对轻松的阅读中更容易地把握伟人们的思想要点。

我们深信，经过辛苦努力编选的这套“决定经典·图释书系”，可以实现一个对读者而言非常现实的目的，那就是：一切尖端的思想都可以轻松理解，一切深奥的经典都可以改善读者的生活。这也是我们所梦想的。

决定经典书系编委会

2011年3月

牛顿的《自然哲学的数学原理》是科学史上第一部划时代的巨著，也是人类对自然规律的第一次理论概括和科学归纳，其影响之深远，几乎遍布经典自然科学的所有领域。在人类的文明进程上，它造就了英国工业革命，诱发了法国大革命和欧洲启蒙运动，在社会生产力和基本社会制度两方面都结出了丰硕的成果。迄今为止，还没有哪一种学术理论能产生如此重大的影响。

在科学史上，《自然哲学的数学原理》是经典力学的第一部经典著作。在该书中，牛顿对近代天体力学和地面力学的成就进行了全面总结；并在此基础上，提出了力学的三大定律和万有引力定律，从而使经典力学成为一个完整的理论体系；该书以内容丰富、结构严谨、思想精湛而被誉为17世纪物理、数学的百科全书。经典力学的成熟，标志着近代科学的形成。

牛顿是17世纪自然科学的集大成者。牛顿本人认为，他在书中提出的力学三定律和万有引力定律，是在总结开普勒、伽利略、惠更斯、胡克、哈雷等科学巨匠的研究成果的基础上形成的。对此，牛顿谦虚地说：“如果我比别人看得稍微远些，那是因为我

站在巨人肩上的缘故。”

《自然哲学的数学原理》涉及天文、物理、生物、心理、政治、经济、法律与军事等领域。这些领域关系着人类的命运与前途，是过去、现在和将来人类认识世界与改造世界的必经之路。

《自然哲学的数学原理》一书在自然科学中所达到的理论高度是前所未有的，爱因斯坦曾说过：“至今还没有可能用一个同样无所不包的统一概念，来代替牛顿的关于宇宙的统一概念。”事实上，牛顿的科学成就已经渗入到人类生活的各个方面，例如架桥铺路、行车造船、远洋航行、宇宙探索等，而当代科学能够成功计算人造卫星的轨道，更是对牛顿伟大成果的直接运用。

《自然哲学的数学原理》一书的宗旨是：通过对各种运动现象的研究来探索自然力，并用这些自然力来解释各种自然现象。因此，该书所有命题都来自于现实世界；它们或是数学的，或是天文学的，或是物理学的。在结构上，《自然哲学的数学原理》是一种标准的公理化体系，书中全部理论都以命题的形式进行论述，牛顿从最基本的定义和公理出发，对每个命题进行了完全数学化

的证明或求解，甚至某些命题还附加有推论。如果认为某个问题在哲学上具有比较特殊的意义，牛顿就会加上一个附注，以便对该问题作进一步的解释和探究。

《自然哲学的数学原理》出版后，书中

复杂而枯燥的数学问题使人们普遍感到艰涩难懂，甚至令人望而生畏。因此，本书力图追求语言的通俗、流畅，使之更符合多数读者的阅读习惯。

导读

自然和自然规律隐匿在黑夜之中，上帝说：让牛顿降生吧！于是，一切就有了光明。

——蒲柏（18世纪英国诗人）

在整个人类探索科学的历史进程中，有一个至关重要的人，影响了地球上每一个人对自然科学的认识。自他之后，自然科学开始在人们眼中变得豁然开朗。牛顿，这个文明社会每个人都耳熟能详的名字早已永恒地镌刻在了人类历史上。他已然就是科学的象征、真理的代表！

独特的是，在他那里，宗教与自然哲学和谐地融为一体。无益的选择对他来说只是一种浪费。他以一个虔诚的清教徒的

执著，在自然哲学这条道路上坚定不移地探索、思考，正是凭借着那种令世人惊叹的对自然哲学真理的执著追求精神，才开辟了人类自然科学的新纪元。至于这个伟大人物的生平，在许多有关他的传记中已经得到了充分的说明，本篇旨在从他某些细小的人生经历来再

牛顿故居

林肯郡奥尔斯索普的这间农舍就是牛顿的家。1665至1667年，牛顿为躲避瘟疫而回到了故乡。在那整整18个月的时间里，也就是所谓“创造奇迹的岁月”中，牛顿开始了自己的研究，为数学、光学和天体力学的伟大发现奠定了基础。自此，牛顿踏入了前人从未涉及过的领域，萌生了不朽的思想和见解，创建了前所未有的伟业。



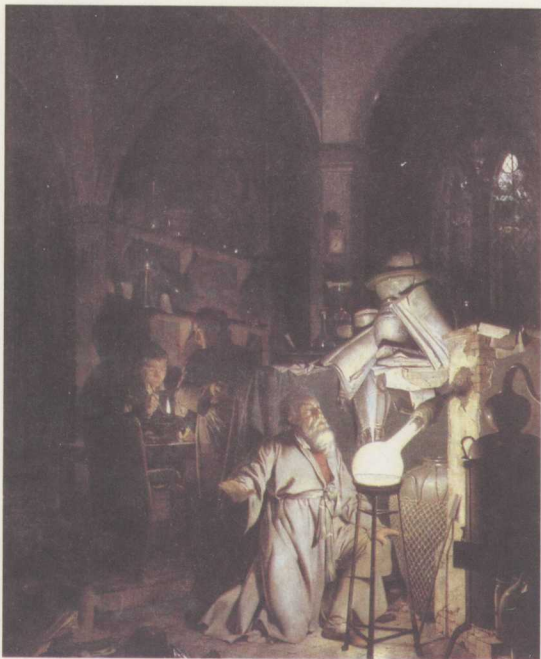
现这一伟大人物的高尚人格与真实的一面。

牛顿生平

公元1642年的圣诞节，在英国东南部林肯郡格兰汉姆镇南面一个叫沃尔斯索普的村子里，一个瘦弱的婴儿诞生在一座没落贵族留下的小小庄园里。他的父亲伊萨克·牛顿在与哈丽特·艾斯科结婚后几个月就去世了，时年36岁。当时哈丽特已怀胎3个月，因此，这个孩子算是遗腹子。由于是早产儿，出生时竟只有三磅重，接生婆和亲人们都担

炼金术士的祈祷 赖特 油画 18世纪

16—17世纪，自然科学在生产力的，尤其是在工场手工业生产技术发展的推动下，逐渐形成了专门的学科理论，自然哲学家们在与同行的切磋和思想砥砺中捕捉灵感的火花，共同从事研究和实验工作。赖特的这幅画，显示了当时科学实验、宗教和迷信共存的现象。



心他能否活下来。“他小得甚至能放到杯子里。”哈丽特曾这样说。他非常瘦弱，在出生的头几个星期里，哈丽特必须在他的脖颈上系一块大围巾，以支撑他那小小的脑袋，使其不至于总是下垂。当初谁也没有料到这个看起来微不足道的小东西竟会成为一位震古烁今的科学巨人，并且竟活到了85岁。这颗小小的头颅里孕育着非凡的才智，这位天才人物的名字就是——艾萨克·牛顿。对于他的出生，凯因斯（M. Keynes）曾贴切地写道：“这是最后一个奇婴，东方圣人也得向他致以真诚而恰如其分的敬意。”

牛顿出生在一个巫术与炼金术并行的时代。同时，新兴科学也在躁动着。从16世纪的哥白尼、布鲁诺、伽利略，到17世纪初的开普勒、培根、笛卡儿等，在新兴资本主义萌芽的时代潮流下，一面面反封建、反宗教、追求科学真理的大旗被高高举起。当科学真理与宗教信仰同时被摆放在人们面前时，毫无疑问，17世纪的人们绝大多数会选择宗教。牛顿的母亲哈丽特就是一位虔诚的教徒。她那种教徒特有的对信仰的坚贞，对己欲的克制、执著的精神与谦逊的态度深刻地影响了牛顿。这一点，从他之后的人生轨迹中便可清晰地看到。

牛顿家的庄园位于一个幽静的山谷，山谷以一条清澈奔流的泉水而闻名。自牛顿出生之后，家里靠每年总共收入80英镑的房租过着清贫的生活。牛顿3岁时，哈丽特改嫁给了善良的牧师史密斯先生。此后，牛顿即在继父的资助下由年迈的外祖母抚养。哈丽特

是一位慈祥的母亲，改嫁之后，她仍然时常往返于新家和娘家之间，这样，牛顿仍然感受着母爱，哈丽特对小牛顿的个性发展的影响是毋庸置疑的。

幼年牛顿体质孱弱，6岁的时候，进入当地一所很小的乡村小学读书。那时，他在智力上也并未表现出什么天赋来，也不很用功，成绩在班上只属于次等。如果说有什么特别的地方，就是他的兴趣十分广泛，游戏的本领也比一般儿童强。他的舅父观察到牛顿脑筋灵活、双手灵巧，并善于思考，十分喜欢这个小外甥，对他的学习不时加以指导并严格督促。童年的时光是多么令人难忘！在沃尔斯索普，小河在山涧欢唱流淌，谷中美丽的小鸟、跳跃的野兔、绿茵茵的草地……给幼年牛顿留下了深刻的印象。

12岁那年，一件影响颇大的事情发生了。那时，牛顿在格兰汉姆公立学校读书。他身体瘦弱，性格沉默而爱好幻想，几乎没什么冒尖的地方。因此，他在学校并不显眼，老师和同学们都不怎么喜欢他。由于平时不大注意学习，成绩不好，因此也受到一些成绩较好的同学的歧视。一天，他被成绩好的学生狠狠地踢了一脚，正中胃部，十分疼痛。从此他发奋学习，直到他的成绩超过了这个学生，并成为了学校成绩最好的学生。这件事极大地影响了他，从此便养成了一种努力奋斗的倔犟性格。由于回家路远，读书期间，牛顿寄住在药剂师克拉克的家里。克拉克夫妇经营着一家药店，那里有许多东西引起了小牛顿的兴趣，特别是各种各



童年的牛顿

童年的牛顿除数学外，许多功课都不好。喜欢阅读，并且对自然现象充满了好奇的小牛顿，用仔细的研究、精确的方法和极其清晰的措辞，靠纯头脑的力量破解了宇宙中的某些奥秘。他相信，用同样的力量解读神灵预先注定的过去与未来之谜。

样的药品和化学用品。克拉克先生曾送给牛顿一本《艺术与自然的奥秘》。从这本书里，牛顿学会了制作焰火、简单的魔术道具以及一些有趣的玩具。也就是从这个时候开始，牛顿开始对化学产生兴趣。

牛顿从小就体现出一种创造性思维，他爱好制作机械模型一类的玩意儿，如风车、水车、日晷等。他备有各种工具，如小锯、斧子、锤子等，曾精心制作了一只高1.22

米、计时较准确的水钟，以及磨和可以坐一个人的马车等。他做的风车放在房顶上能够转动，又别出心裁地制成畜力风车，由老鼠去拉动。从《人工与自然的秘密》一书中，牛顿学到制作各种机械的方法，如水钟的原理和做法。由此可见，牛顿除了极佳的思考能力之外，动手能力也十分强。这种创造力在他的少年时代就已经崭露头角了。

1656年，牛顿14岁时，资助他上学的继父去世了。母亲哈丽特再次寡居，她只得带着与后夫所生的一儿两女回到沃尔斯索普的旧居。这时，她迫切需要人手帮助她料理家务，耕种土地；眼见牛顿已经渐渐长大，正好把他召回家中做农活。虽然母亲也并不意味着让他中途退学，但那时英国正处于内战时期，地租重、雇工难，让他辍学回家务农经商，也纯属不得已之举。此时，正是牛顿学业大有进步之时，母亲的决定让他感到十分无奈。

牛顿刻在窗台上的字

为激励自己发奋学习，中学时，牛顿将自己的名字刻在了教室的窗台上。而事实上，牛顿是将自己的名字刻在了科学史上最显著的篇章上，他的研究引发了知识革命，建立了古典科学。直到20世纪初，他的光学、运动和引力定律才收到爱因斯坦相对论的挑战。



但是，如果是真金那就肯定要发光的。假如牛顿能一心耕种，那么他一定会成为一名合格的农民。但事实是，他对务农没半点兴趣，经常在干农活时读书和做实验。哈丽特很快发现，牛顿的确不是干农活的料。有一个很有趣的故事：1658年夏季的一天，刮了一场大风暴，母亲担心谷仓的门没有锁牢，就叫牛顿去检查一下，可是半小时后，还不见牛顿回来。哈丽特十分着急，赶紧顶着风暴跑向谷仓，她惊奇地发现：仓库的门已经倒在地上，而牛顿却从仓库的窗口跳下来，然后又爬回去，再跳下来，如此重复多次，每次都仔细地记下落地的位置。哈丽特感到十分不解，便大声问道：“孩子，你在干嘛？”牛顿回答道：“我在测量大风的力度。妈妈，你看，当风很强的时候，我用同样的力气就会跳得远一点。”这当然是一个令哈丽特哭笑不得的回答，但由此她看出了牛顿的志向以及天赋，她开始有了让他继续读书的想法。另一件趣事是：有一天，牛顿的舅父见他拿着书聚精会神地解数学题，当他把牛顿的书拿掉时，牛顿正在忘我的思考中，对此竟浑然不觉。舅父惊奇于他专一治学的精神，就劝哈丽特别再耽误他的学业，应该送他回学校继续读书。两兄妹经过一番商量之后，决定把牛顿重新送回格兰汉姆皇家中学读书，并商定在孩子中学毕业之后，让他争取上剑桥大学深造，使他将来从事他所喜爱的科学研究。只要这个热爱科学的孩子能学有所成，做家长的就是再苦再累也觉得心满意足。

牛顿终于如愿以偿，重新回到格兰汉姆皇家中学，在那里刻苦攻读读了3年。在这期间，他的所有课程成绩都是优等，学校公认的高才生。在人们的印象中，他是一个“头脑清醒、沉默、有思想的小伙子”。顺便提一句，在牛顿的个人生活中，他并非一个不近女色的人，后来终身未娶也是因为他太过痴迷于科学。少年时期，他与一位比他小两三年的斯托雷小姐感情很好，后来，由于牛顿外出求学而未能成为一生的伴侣。她后来曾两次结婚，牛顿回林肯郡时总要去探望她，甚至在经济上给予接济。为明心志，牛顿曾写过一首题为《三顶冠冕》的诗，表达了他为献身科学而甘愿承受痛苦的情志：

世俗的冠冕啊，我鄙视他如同脚下的
尘土，

它是沉重的，而最佳也只是一场空虚；

可是现在我愉快地欢迎一顶荆棘冠冕，

尽管刺得人痛，但味

道主要的是甜；

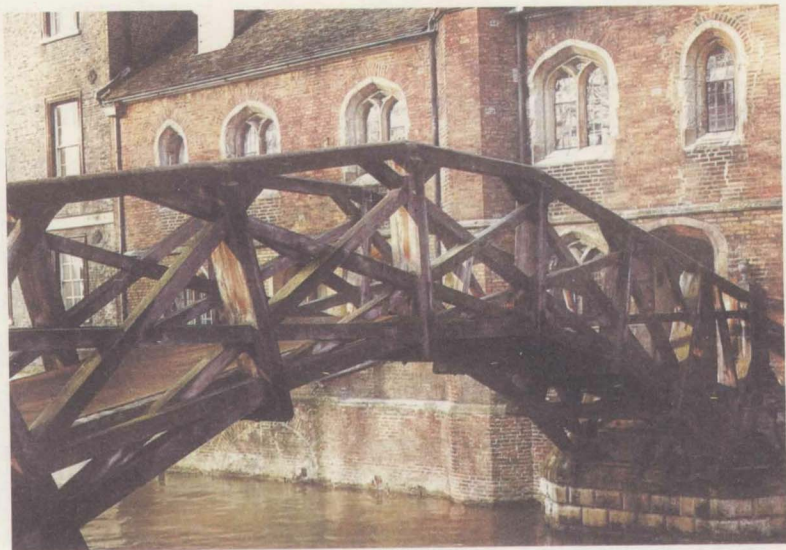
我看见光荣之冠在我的
面前呈现，

它充满着幸福，永恒
无边。

1661年，牛顿19岁，
以优异的成绩从格兰汉姆

皇家中学毕业。经校长斯托克斯的推荐，牛顿以低级减费生的身份进入剑桥三一学院深造，母亲每年供给他10英镑的资费。由于学校的规定，低级减费生需要干一些有钱学生不愿做的各种零活，以此减免一些在校的学习费用。对于出生在农村的牛顿来说，这实在算不了什么。他学习非常勤奋，与那些终日饱食、碌碌无为的贵族富家子弟比起来有着天壤之别。

剑桥三一学院使牛顿这个天才如鱼得水。刚上大学时，他的课程主要有希腊文、拉丁文、数学和神学，但他并不满足，凡是他感兴趣的科目，他都有所涉及。三一学院的顶级师资以及图书馆大量珍贵藏书和各种手稿，时常令他为之而沉迷。他在知识的海洋里畅游，其天赋也终于在这里得以闪光。老师们都惊奇于他的进步，他们发现这个来自乡下的学生不仅所学的课程成绩优异，对尚未学过的



坎姆河上的数学桥

根据牛顿设计的草图建造的数学桥，位于剑桥的坎姆河上，但实际上设计者另有其人。



逃避瘟疫的伦敦居民 佚名 版画 17世纪

1665年6月，欧洲大陆爆发的瘟疫席卷了整个英国，剑桥大学关了门，教师和学生全被打发回了家。在这些人中，有一个刚刚毕业的23岁的年轻人——艾萨克·牛顿。他将在家乡农村的宁静中度过一年，这是绝妙的、充满新奇发现的一年，这一年，历史学家称为“神奇年”。图为在那场夺走了伦敦7万居民的大瘟疫中，人们逃出伦敦城的情景。

许多课程的内容也理解得很透彻。

大学的头两年里，牛顿的主要精力用于攻读数学和物理。在他攻读三年级课程的时候，新任数学导师巴罗教授慧眼识英才，发现了这个不同寻常的年轻人。巴罗教授博学多才，是当时英国公认的优秀学者之一。

在授课过程中，他很快就发现牛顿对于当时自然科学和数学的尖端知识有非凡的理解能力，在巴罗教授的帮助和指导下，加上其自身的天赋和勤奋，还是学生的牛顿，便在学术上取得了他的第一项重要科学成就——二项式定理！这个成就的意义在于，即使他的一生只有二项式定理这样一个成就，也足以在科学史上留下自己光辉的名字。那年，他才22岁！

1665年4月，牛顿和其他25位同学获得了剑桥大学的学士学位。巴罗教授为他在学校争取了一个带薪水的选修课研究员的职务，这样，贫穷的牛顿就可以不再为衣食而担忧了。他对吃什么并不在意，常常因研究某个项目而忘记吃饭；穿衣服也不讲究，因而花费也少。牛顿是幸运的，在新学年里，他免费住在三一学院并有微薄的薪水。但更令他高兴的是，他从此有了更多的时间去研究他所喜爱的科学课题。在三一学院，他一直边读书边做读书笔记，记下了自己的心得和看法，他的《三一学院笔记》真实记录了这一过程，这种习惯一直延续到1666年。1665年1月起，牛顿将他在动力学和数学方面的新见解和发现记录在他继父过去用的一个账本上。他早期的力学研究和成果都记录其中，包含了 he 后来的几个重大力学发现：离心力定律、运动三定律、力的定义等。

1665年的夏天十分不平静，可怕的鼠疫正在英国蔓延。这种烈性的传染病在当时致死率非常高，由于没有足够的医疗条件，大量的人员死亡，死尸弃掷街头无人埋葬。

当瘟疫从英国南部向北蔓延时，剑桥大学的管理人员担心疫情会波及学校，于是决定暂时关闭学校，把学生疏散到外地躲避这场大瘟疫。这样，牛顿就有了回到他的家乡沃尔斯索普的机会。在家乡的这段时期，是牛顿人生当中最重要的时期，他那不同凡响的创造力在这充满了自然美的地方如井喷般地爆发了出来，他的许多发现、发现的思想基础以及初期想法都是在这时产生的。关于这段时期，牛顿在晚年回顾自己的科学生涯时，写到：“这一切都是在鼠疫流行的两年（1665—1666年）中发生的，那是我一生中最为旺盛的发明阶段，也是我一生中最专心于数学与科学的时期。”

天才的发现

回家以后，母亲把他安置在二楼的一间小屋里。在这里，牛顿终日沉浸在当时科学上亟待解决的问题中。他脑子里充满了从剑桥带回的最新科学观点，在暂时与世隔绝的生活中，他任思想随心所欲地飞翔。在整整18个月里，他将全部的精力集中在研

究他一直苦苦思索的三大问题，即微积分学（牛顿称为流数术）、万有引力理论与光学。这三大问题也是牛顿后来的研究方向。毫无疑问，这对世界科学的进步产生了巨大的推动力。在牛顿自己的回忆录中有这样一段话：“1665年初，我发现近似级数的方法，并得到将任何方次的二项式展开为级数的规则；同年5月发现了如何画曲线的切线；11月发现了流数术的直接法；次年1月创立了色彩的理论；5月我得到了流数的反演法……”至年中，他已经具有了积分与微分概念并列出了积分表，把积分法称做“流数法的反求法”。当时德国数学家莱布尼茨也独立研究出了微积分，后来引发的关于微积分发明权的争论至今仍是学术界的一桩公案。事实证明，微积分的发明在数学甚至在科学的发展史上都有着重大的意义，这种计算方式为人们研究变动的数据提供了必备的途径，因而是数学史上的几个主要里程碑之一。在研究

苹果落地 佚名 油画 19世纪

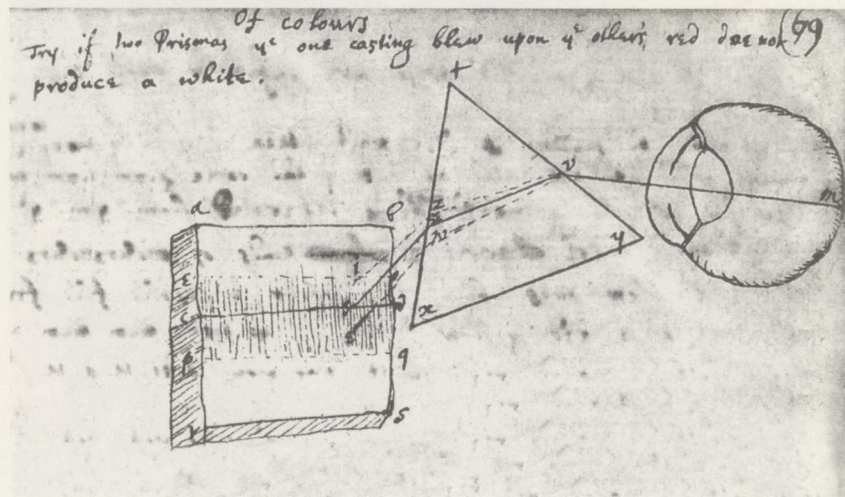
据说，牛顿在家乡躲避鼠疫时，有一次被从树上掉下来的苹果砸中了脑袋，这促使他思考为什么苹果不是飞向天空，而是落到了地上，从而，使他最终发现了万有引力定律。人们对这一故事津津乐道，牛顿的苹果也成为科学史上最著名的苹果。



“流数术”期间，牛顿应用了他的前辈数学家——意大利的卡瓦利里、德国的开普勒等人提出的数学概念，并进一步发展了这些概念。正是有了前人的研究基础，牛顿才得以最终创立微积分学理论。这就是后来他在功成名就之时说自己的成功是因为“站在了巨人的肩膀上”。牛顿虽然发现了“流数术”这个价值巨大的计算方法，但他生性谦虚谨慎，并没有把这一方法公之于世，就连他最亲密的朋友也不知道。直到30多年后，牛顿才正式发表了自己的微积分学理论。

牛顿的家乡沃尔斯索普是一个美丽的地方，大自然在冥冥之中也引导着牛顿的创造性思维。那里无时无刻不在流动的小河，那生发于泥土的清新花草树木，每天都让牛顿精神勃发，思维活跃。他早在剑桥大学学习天文学时，就已经接受了哥白尼的日心说理论，也了解到了开普勒和伽利略工作的意义。牛顿一直都在试图破解行星为什么能在自己的轨道上自觉地运行这个谜。1665年的

秋天，当牛顿正坐在果园里沉思时，一个苹果从树上掉到了地上，正好落在他的面前。这个苹果开启了他的智慧之门，引起了牛顿对地心引力和重力的许多想法。那天在果园里，牛顿对自己提出了许多问题：“为什么苹果会掉到地上，而月亮却一直绕地球转，而不会掉下来呢？”经过一番激烈的思维论证之后，牛顿得出了进一步的结论：地球的引力必然是随着距离的变化而变化，而且是越远越小。接着，牛顿又对地心引力的大小与距离的变化关系问题进行了大量的论证和计算，并深入研究了开普勒的行星运动定律。在他得到了引力与距离的平方成反比的引力变化规律后，他又推导出并正式定义了他的万有引力定律，即宇宙间任意两个物体都是相互吸引的，引力的大小与两个物体的质量乘积成正比，且与它们的距离的平方成反比。牛顿之所以要在定律的前面冠以“万有”二字，是因为他觉得这条定律适用于宇宙的任何地方。



早在牛顿之前，最初的天文望远镜就已经出现了。继伽利略发现木星和卫星之后，17世纪的自然科学家对光学产生了很

光学实验

牛顿的这张草图说明了三棱镜是如何反光的。在他1704年出版的著作《光学》中，完整地描述了他对光和颜色的研究。

大兴趣，牛顿当然也在其中。他一向爱好天文学与光学。上大学期间，他就对月晕进行了仔细观测，并在巴罗教授的指导下自学了开普勒的《光学》。在家乡那间几乎与世隔绝的小屋里，牛顿开始对棱镜进行了实验。这样的实验对于他来说是充满乐趣的，而并非一般人想象中的枯燥。在他的日记中他这样写到：“我把自己的房间弄成一片漆黑，在百叶窗上开一个小洞，让适量的阳光照射进来，再把棱镜放在光线进入处，光线就通过棱镜折射到对面的墙壁上，我认为这是一件很有意义的事情。”通过对光的实验，牛顿惊讶地发现：当太阳光通过棱镜时会发生曲折或折射，折射出来的光变成了一束由各种颜色光组成的光带，这种复色光是由单色光按一定比例混合而成的。这样，牛顿就在他的小房间的墙上制成了光谱。他也由此明白了当时的折射望远镜成像为什么总是模糊不清的原因：光的色差和色散。两年之后，牛顿设计并制造了能消除光的色散的反射望远镜，为近代天体物理学提供了重要的工具。

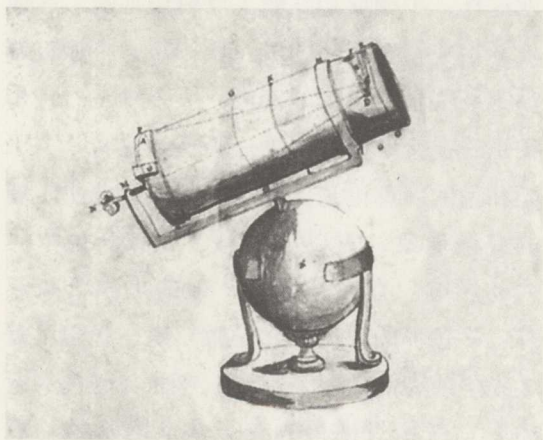
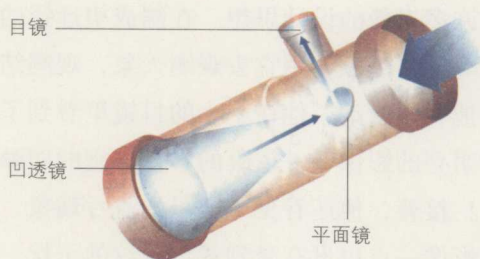
牛顿在沃尔斯索普的一年半时间里，为自己毕生的科学研究打下了基础，之后他所需要的，就是在这些发现的基础上建立起宏伟堂皇的科学殿堂来。

1667年，流行于英国的鼠疫开始得到控制，剑桥大学开始复课，牛顿便回到了三一学院。由于他为人一向谦和而谨慎，回到剑桥之后，他并未向任何人提起他在家中的发现。他以一种科学家务实负责的态度来对待科研成果的公开与发表。他认为，如果把自

己还没有完全把握的东西公布出去，是没有科学精神的表现。紧接着，他就开始了他最辉煌的科学研究。在此后的三十余年里，牛顿埋首于光学、万有引力、流数术的研究。每项研究都耗费了他十余年的时间。1667至1678年期间，他研究的主要项目是光学；1678至1688年，为物理学；1688至1700年，

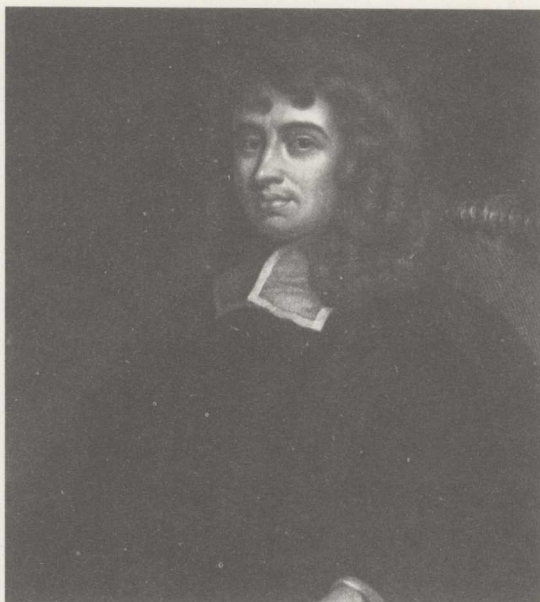
牛顿的反射望远镜

望远镜是获取天文知识的至关重要的工具。早期的望远镜使用的是球形的凸透镜，把物体发出的光聚焦，然后进行观察。不过单一的球形透镜对不同波长的光的折射情况不同，使观察的物体变得模糊不清，而且还会出现彩色的边缘。牛顿用一块凹透镜代替凸透镜，解决了这一问题。这样，进入望远镜的光线投射到和望远镜的轴线成 45° 的一面更小的镜子上，镜子把光线反射到旁边的目镜上，目镜再把影像放大。此图即牛顿的反射望远镜。



为天文学及流数术。在每个领域里，他都有着巨大的贡献。

三一学院的领导十分赏识这位青年才俊，并给了他许多的优厚条件以便他安心研究。在牛顿获得选修课研究员资格后不久，他又被提升为主修课研究员。这样，他在学院就有了自己的一所房子和一份让他生活无忧的薪水，他就可以专心研究学问了。他可以无所顾忌地向更广阔的科学道路前进。他购置了一大堆实验用品——罗盘、磁铁、玻璃以及切割金属的工具，并打算自制一架实用的反射望远镜。在他自己的寓所里，牛顿动手为他的反射望远镜打磨一个金属的凹面镜，经过许多天的努力，才磨成了理想中的曲面镜。在这个略显粗糙的望远镜中，他加入了许多崭新的设计思想。在制成望远镜的当天晚上，牛顿就用它去观测天象，观测结果使他无比激动，他在小小的目镜里看到了清晰明亮的影像——耀眼的木星与它的四颗卫星！接着，他还看见了金星的盈亏现象，这些影像一点也没有受到彩色条纹的干扰。就这样，牛顿成功发明了反射望远镜，这使他开始在整个欧洲闻名。1672年，牛顿被选举为英国皇家学会的会员。一个月之后，牛顿正式提交了自己的第一篇科学论文《关于光和色的新理论》。该论文突出了他所发现的光谱现象，对以后的科学领域产生了巨大的影响。在光学领域，他的杰出贡献还有：牛顿环的发现、光的微粒说、光学巨著《光学或光的反射、折射、弯曲与颜色的论述》。就算只说牛顿在光学上的贡献与成



巴 罗

巴罗（1630—1677年）是剑桥大学第一任“卢卡斯数学讲座”的教授，英国皇家学会的首批会员。当他发现牛顿的杰出才能时，便于1669年辞去了“鲁斯卡数学讲座”教授职位，推荐他的当时只有27岁的学生牛顿接任。巴罗让贤，成为科学史上的佳话。

就，他就已经是科学史上的卓越人物。

牛顿的成就令人瞩目，他的谦虚谨慎也着实令人钦佩。在当选皇家会员之后，他在给皇家学会秘书奥顿伯格的两次回信中写到：“我将以我卑薄的努力促进你们哲学计划的实现，并以此证明我竭诚的谢意。”（1672年1月6日）“让我讲解一个我不怀疑并且可以证实的哲学发现……而不是描述那架仪器，这将使我感到更加荣幸；在我看来，如果那不是迄今对自然演变所作的最重要的发现，至少是最有趣的发现。”（1672年1月18日）