

〔德〕阿尔明·赫尔曼 著
朱章才 译

科学普及出版社

物理学 世界大国的 统治者

——从伽利略到海森堡



物理学世界大国的统治者

——从伽利略到海森堡

〔德〕阿尔明·赫尔曼 著

朱章才 译

安文铸 孟祥林 校

科学普及出版社

内 容 提 要

作者按照历史年代描述了物理学科学大厦的产生、形成及发展过程,叙述了从伽利略、牛顿到爱因斯坦、海森堡这些伟大物理学家的生活、研究和思维方法,并向读者介绍了他们赖以取得伟大成就的高尚的道德和品质。读后掩卷深思,读者会发现伟大的含义竟如此平常、简单。它需要的是真诚、挚着、勤奋,而付出的仅是舍弃功名利禄的小小代价。

本书深入浅出、通俗易懂,极具趣味及魅力。

(京)新登字026号

物理学世界大国的统治者

——从伽利略到海森堡

〔德〕阿尔明·赫尔曼 著

朱章才 译

安文铸 孟祥林 校

责任编辑:张力平

封面设计:胡焕然

技术设计:王守祯

*

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京昌平长城印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米1/32印张:10.5 字数:245千字

1992年10月第1版 1992年10月第1次印刷

印数:1—2 550 册 定价:6.00元

ISBN 7-110-02484-9/C·61

作者简介

阿尔明·赫尔曼博士是德国著名的理论物理学家、教授，曾在汉堡“德意志电子同步加速器”机构从事研究工作，现任斯图加特大学自然科学史和技术史的教授职务。他已问世的主要著作有《普朗克和海森堡传记》、《一个世纪的科学》、《新物理学》、《物理学史百科全书A—Z》以及《沃尔伏冈·鲍利书信集》等。

(原文书名、作者、出版年份及国家)

weltreich der physik

——Von Galilei bis Heisenberg——

Armin Hermann (BRD)

1980

译者的话

《物理学世界大国》是阿尔明·赫尔曼教授的新著。

该书是一部描述物理学这门业已成为“世界大国”的科学的发展史著作。在某种意义上可以称之为了一本哲学史和世界史的书。其主要内容正如该书的扉页上所写：“从伽利略到海森堡的这些伟大物理学家建树了高大雄伟的思想宇宙。在他们无拘无束地使用着‘上帝’这个字眼时，他们就确信这样一点：虽然他们的理解只局限于某些局部领域（因为只有上帝才无所不知、无所不晓），但是他们认为，在他们掌握了自然规律之处，他们对世界的认识就不亚于上帝。”

今天，人们借助物理学获得了这样一种力量，该力量使人们害怕像格言中所说的“人与上帝的相似性”。科学正在以千千万万条渠道大规模地、显而易见地、微妙而潜在地、直接或隐蔽地发挥着作用。科学正在改变着环境、改变着人、改变着人的思维及心灵。

这部书所描写的不是虚构的寓言人物，而是真实的人物，它描述了这些人物的希望、雄心壮志、宏图大略，同时也描述了他们的弱点及不足之处。

物理学世界大国是从微小的萌芽开始逐步发展起来的。在伽利略和开普勒时代，只有几十个人从事“自然科学”研究工作。正如阿尔伯特·爱因斯坦所描述的那样，当时这门新兴科学只不过是那些“性格有些独特古怪的、内向的、沉默寡言的汉子”的闲情逸致。某些发现的确值得赞扬，但是却长时间不能成功地进行有说服力的演示；用我们今天的话来

说，就是没有获得“重大的社会意义”。直到物理学思想大厦建立以后以及物理学登上统治全世界的宝座时，爱因斯坦所说的“科学的这座清静寺庙”才成为众人光顾之处、热闹的游艺场所和政治力量的控制中心。

这本书有以下几个特点。

1. 脉络清楚：作者按照历史年代描述了物理学科学大厦的产生、形成及发展过程，以及20世纪的状况。描写了从伽利略到海森堡这些伟大物理学家的生活、科学研究和思维方法。辩证思维方法是取得科学成就的金钥匙，它贯穿了全书。

2. 全书深入浅出、通俗易懂、生动活泼、富有魅力及趣味性，可以称得上是一部科学历史小说。

3. 科学性强：本书取材真实，以科学和经过考证的历史材料为基础，把每个时期的科学家按照历史的本来面目有机地集聚到历史舞台上，演出科学而真实的历史剧。作者还阐述了物理学与哲学、数学、社会及技术科学的联系。

4. 作者在书中介绍了伟大科学家的学习、工作、研究及思维方法，这对于读者肯定会有益的。

本书从科学史、哲学史、科学知识以及学习、工作和思维方法等方面看，从其科学性、实用性和趣味性方面看，都是一本很有价值的书。

假如读者能从中得益，这将对译者是极大的鼓励。

由于水平有限，难免有缺点和谬误，衷心地欢迎批评指正。

朱章才

1991年8月于北京

目 录

译者的话

第一章 新的世界观	1
第一节 伽利略：新的科学.....	1
第二节 开普勒：新天文学.....	18
第三节 牛 顿：自然哲学的数学原理.....	29
第二章 永动机	55
第一节 贝斯勒尔：一个科学的骗局.....	55
第二节 莱布尼兹：“活力”.....	66
第三节 伦福特：热是运动.....	72
第三章 看见了新大陆	79
第一节 伏打：电流学.....	79
第二节 里特尔：电化学.....	83
第三节 奥斯特：电磁学.....	95
第四章 世界的主人	101
第一节 谢林：动力论.....	101
第二节 迈尔：不灭的客体.....	110
第三节 赫尔姆霍茨：力的守恒.....	128
第五章 物理学家的工作室	136
第一节 李希滕堡：仪器.....	136
第二节 马格努斯：实验室.....	139
第三节 卡斯滕：研究所.....	144
第六章 电工学	151
第一节 法拉第：物理学效应.....	151

第二节	西门子：电讯技术	159
第三节	布朗：年轻的巨人	168
第七章	电波	174
第一节	麦克斯韦：理论	174
第二节	赫兹：实验	183
第三节	阿尔特霍夫：理论与实践的综合	194
第八章	放射性物质	204
第一节	伦琴：伦琴射线	204
第二节	玛丽·居里：放射性	210
第三节	卢瑟福：原子	217
第九章	世界大国里的彻底变革	224
第一节	普朗克：自然是跳跃的	224
第二节	爱因斯坦：宇宙中的和谐	236
第三节	哈斯：狂欢节的玩笑	255
第十章	物理学是哲学和世界的历史	262
第一节	索末菲：科学产生于对话	262
第二节	鲍利：物理学的心脏	281
第三节	海森堡：一个世纪的科学	291
附录：文献索引		313

第一章 新的世界观

第一节 伽利略：新的科学

慕尼黑路易特波尔德完全中学有个学生，他的绰号叫“市侩”。他喜欢莫扎特的奏鸣曲和他的《圣几何学小书》。

他的父母亲已摆脱了他们教派的传统。年轻的阿尔伯特对此不满，因而就为自己找到了通向信仰之路。然而，当时他所阅读的那些描写《力与物质》和生命的产生等书籍则使他确信，圣经故事中的许多东西，不可能是真实的。12岁的阿尔伯特就陷入了严重矛盾之中。这些书中写道，每个人都要自己区别理智与信仰。

19世纪末期，达尔文的进化论使科学与传统基督教之间发生了尖锐而剧烈的矛盾和冲突。许多自然科学工作者和医生对教会持鲜明的反对态度；许多年轻人也采取了这种立场。这些年轻人中就有出生于1879年3月14日的阿尔伯特·爱因斯坦。他父亲像许多同时代人一样，具有进步信仰，为了在慕尼黑进行电气产品生产，就从乌尔姆搬到这里。

1899年，生物学家恩斯特·海克尔在耶拿写了《世界之谜》一书。他的书在德国很快就吸引了200万读者。他对此感到自豪，并断言：“基督教与理智和科学处于根本对立之中。”

一幅描绘伽利略的油画复制品，获得了广泛传播。人们

看到这位在“圣宗教法庭”法官席前面的伟大物理学家。这时他不得不跪着发誓抛弃“错误和异端邪说”，即他一向所传授的学说：地球和所有其他行星一样是一个行星，地球围绕着太阳运动。此后的这一瞬间就被描绘在这幅画上。这种被暴力威迫而发誓抛弃自己见解的行为，使这位学者的自尊心受到了极大的侮辱。他深深地懂得：真理在他一边。随后伽利略站起身来、置生死于不顾，半面背朝法官怒不可遏地跺着脚喊道：“但是，地球确实在运动呀！”19世纪末期，人们试图把伽利略描绘成反教会的伟大战士。实际上，他几乎像16和17世纪欧洲所有的人一样，是一个虔诚的基督教徒，是根本不能忍受与教会处于这种矛盾冲突中的生活。

伽利略确信：太阳处于世界的中心，地球围绕着太阳运动。正因为圣经上所写的与此恰恰相反，所以他就致力于从神学和物理学方面来证明地球的运动。伽利略并没有奋起反抗圣宗教法庭的判决，而是无可奈何地屈从了。

100年以前的“文化斗争”时期，就出现了一个完全错误的伽利略形象。今天我们知道，“但是，地球确实在运动呀！”这句话纯属传奇。比“但是，地球确实在运动呀！”更为顽固的第二个传奇是：把伽利略作为新时期物理学的创始人。为此我们来翻阅一下两本高等学校的教科书，即贝克曼—舍菲尔的《实验物理学教科书》和路德维希·弗佩尔的《更高见解的基本力学》：

“我们让两个同样大的分别用铝和铅制成的、即重量不同的球，从同一高度同时朝地面自由下落。我们发现，这两球同时到达地面，正像伽利略早在公元1590年借助比萨斜塔上所做的落体实验所证实的那样。”

“即便没有获得这种结果，仅仅这些实验也具有伟大历

史意义，因为伽利略从此业已把实验作为向自然提出的问题摆在物理学研究的首要位置。他的著作《自由落体》1590年问世，他在该著作中谈到了这些实验，可以把该著作视为运动学的开始。”

伽利略创造了运动学的初始根据，并从而创立了新时期物理学的初始根据，这是正确的。然而，这个根据是错误的。《新的科学》并不是由于实验，并不是由于“向自然提出问题”而形成的。伽利略通过智力的分析、通过对自然真实性的抽象创立了新时期的自然科学。

同时，伽利略还以正确的落体定律创造了物理学的方法。但是，这种方法并非仅仅在于“作为向自然界提出的问题的实验”。人们必须首先通过精神过程来开拓所谓理想的实验条件，然后才能进行有意义的实验。但智力分析是决定性的第一步。只有在这之后，才能够进行实验。像后来的阿尔伯特·爱因斯坦一样，伽利略绝大多数时候是做“思想实验”。

关于伽利略在比萨附近斜塔上做落体实验的传奇，不仅仅是关于历史真实的一个错误。这个被顽固地散布的传奇表明：许多物理学家对他们科学的方法怀有错误的观点。

伽利略通向落体定律的道路之所以令人关注，是因为这条道路表明了当时及今天的物理学家是怎样获得他们称之为“定律”或者甚至“理论”这种学说的。方法是科学通向其表述的途径。伽利略像所有伟大的发明家一样，继续了一种悠久的历史传统。他所受的主要是基督教的新柏拉图主义的影响。要理解伽利略，我们就必须回顾一下伟大的希腊哲学家柏拉图并探讨基督教是怎样改造了柏拉图的学说这样一点。

在柏拉图看来，存在着两个不同的世界，即我们人生活

在其中的世界，从感性上可以感知的对象所构成的世界；除此之外，柏拉图认为，还存在着一个更高的精神世界，即理念世界。平面及空间的几何图形，都属于这种理念。在柏拉图看来“本来的实在物”根本不是自然界中所存在的物。假如人类观察自然界，那么根本不能认识本质的东西。柏拉图说：“如果某人试图了解感性经验的对象，那么我永远不会称之为真正了解，因为真正的认识不在这些对象之中。”

柏拉图确信，真实的数学形式，在星体运动的天空得以实现。虽然星空不是从来就存在的，而是由神圣建筑大师、造物主创造的，但是自创造以来，星空的确在变化。恒星作圆周运动；行星在可以由圆周组合而成的轨道上运动。

柏拉图认为，月亮上面世界的情形，完全不同于星空。在我们的地球上，变换不定、持续不断的产生与消失、死亡与生成占统治地位。没有任何不发生变化的东西，万物皆变。尘世间的事物只占永恒理念的很不完整的一部分。要想寻求数学的关系，是根本无意义的事情。

在柏拉图看来，物理学的性质完全不同于天文学。真正的数学形式已经在天文学中得到实现，而物理学则没有得到实现；天文学属于数学科学的范围，物理学则不属于。更有甚者，柏拉图认为：物理学根本就不是科学；根本就不可能有关于事物形成和消失的科学，而仅仅有或多或少可靠的观点。如果人们从事这种研究，那么这只有消遣的价值，这种消遣旨在消除对真实存在进行哲学研究所造成的疲劳。

这就是说，柏拉图否认物理学能成为科学。然而，柏拉图主义却是物理学产生的基础。

柏拉图的思想在他之后的中世纪时期，获得广泛传播。

新兴的基督教最初反对所谓的“异教徒的”哲学。然而，当异教的堡垒、雅典的柏拉图学院于公元529年被关闭时，柏拉图主义早已渗透了基督教。圣奥古斯丁成了基督教新柏拉图主义的伟大导师：基督教认为，上帝按自己的想法创造了天与大地。在基督教新柏拉图主义看来，数学形式不但在天空，而且也在我们地球上得到了实现。

从对自由落体问题的新型探讨中，人们立即认识到基督教新柏拉图主义对于自然科学所具有的意义。亚里士多德提供了数学的描述。这种描述大体上把人们在自然界中感觉到的东西复现出来。据此，物体越重下落的速度就越快；物体在下落其中的媒介之阻力越大，物体下落的速度就越慢。

从亚里士多德定律出发得出了一个对临界情况的荒谬结果：即人们完全取消媒介阻力。亚里士多德认为，这很得当。在他看来，还有一个补充性和求之不得的论据：真空是不可能的。

公元6世纪时期，生活在亚力山大的基督教新柏拉图主义者约翰内斯·菲罗波诺斯(Johannes Philoponos)持相反的观点。他说，虽然我们地球上没有真空里的落体运动，但是这种运动并非无意义，相反，这正是“运动的理念”。真空里的自由落体是运动的真实数学形式。

这个基督教新柏拉图主义者的见解得到了生活在公元12世纪初期的西班牙—阿拉伯语学者伊本·巴德萨(Ibn Bad-scha)的支持。但是，著名的伊本·罗斯德(Ibn Roschd, 又叫阿维雷斯)，这个把亚里士多德作为神明来崇拜的学者，则反对基督教和伊斯兰教的新柏拉图主义的见解。在阿维雷斯看来，认为运动在其中进行的媒介只有次要意义，这是十分荒唐的。他解释说，世上的任何运动都是在媒介中进

行的，因此，自然界的运动就顺理成章地是媒介中的那种运动，这是确定无疑的事实。与此相反，假如人们认为，真空里的运动是运动的真实数学形式，那么人们就必定会把真空里的运动称为非自然界的。然而，这是荒谬绝伦的。

在什么是真实的数学形式的见解方面，英才人物有不同的看法。亚里士多德的信徒，即所谓的唯名论者认为，抽象概念，即柏拉图主义者的“理念”，就像“善的”或者作为真空里的自由落体的“真实的数学形式”一样，仅仅是人的抽象、仅只具有名义上的(而没有现实的)意义。唯名论者坚持这种看法：数学公式实际上也描述了自然的特性。

与此相反，新柏拉图主义者则认为，上帝按照一个数学结构计划创造了宏观世界和微观世界；他们还确信，这不是指一种表面的实现。在他们看来，自然现象背后的数学理念是决定性的东西。

于是新柏拉图主义变得富有成果。这种新柏拉图主义直接导致了这样的见解：真空里的自由落体，本来是“落体运动的理念”；这是从物理学上理解自由落体运动的一个必要前提。伽利略像新柏拉图主义者菲罗波诺斯和伊本·巴德萨一样认为具备了这样的前提。

这就是说，伽利略所关注的是真空里的运动。自由落体是按照什么样的规律进行的呢？根据传奇看来，年轻的伽利略早在1590年就在比萨附近的斜塔上通过实验获知：所有物体下落得同样快。

实际上，伽利略在1590年还认为(如《自由落体》所表明的那样)，自由落体的速度将由下落物体的比重来决定。因此年轻的伽利略确信，铅球以显然快得多的速度向下运动。他在1590年时这样写道：“假如人们让一个铅球和一个木球

从同一座高塔上同时下落，那么铅球下落得要快得多。我已经多次检验过这一点。”这就是伽利略1590年的所谓自由落体实验：“铅球要下落得快得多。”

从1590年到1609年，伽利略花了整整20年的时间，为了获得他的以下结果：

1. 所有的物体在真空里的下落速度一样快。
2. 运动是匀加速的。

伽利略是怎样确信在真空中所有物体下落得同样快的呢？伽利略身为新柏拉图主义者是以此为出发点的：在真空中自由落体运动进行得特别简单，这定律从数学上是可把握的。于是他就基于在不可观察的真空的临界状况中将会出现什么情况这一考虑，来分析自由落体。伽利略设想，用铅、金和木做的3个球。他在思想中让这3个球在水银、水里和空气里下落。在水银里，只有金球往下落。在水里金球和铅球往下落，而金球下落得比铅球更快。在空气里所有的3个球都下落。这时金球与铅球的下落速度没有差别，只有木球下落得稍慢一些。

于是就得出了物体在真空中下落情况的重要结论。今天人们还可以在他的“对话”中读到：“鉴于这点，我认为，如果人们完全排除空气的阻力，那么，所有物体将下落得同样快。”

人们称他的这种推论方法为“外推法”。这样的认识由实验来证明。亚里士多德曾经断言，较重的物体下落得较快。假如人们认为这是正确的，那会由此得出什么样的结论呢？伽利略设想一个大物体 M 和一个小物体 m 。如果人们把这两个物体想象为连接起来的，那么正像我们今天所说的（按照亚里士多德的看法），新的质量 $M+m$ ，即这个新的物

体，就必定要比物体M单独下落得更快了。然而，伽利略认为，这是荒谬绝伦的。小物体m单独下落的速度将比物体M慢；要是把这两个物体连接在一起，那么小物体必将阻碍两个物体的结合体的下落速度，这就是说，与重量越大的物体下落得越快的看法相矛盾了。

同样，与重量越小的物体下落得越快的设想，也是相矛盾的。这就是说，只能有以下这种结论：所有物体下落的速度都是相同的。

阅读伽利略的这种论证法的全文，是有价值的。为此我们来研究一下伽利略的主要著作《关于两种新科学的对话和数学证明》。

这本著作于1638年，即在伽利略逝世前4年，在荷兰的莱顿问世。伽利略在这部著作中记载了他毕生从事的物理研究成果。两种新科学是指材料力学和运动学而言的。实际上，今天我们所说的伽利略的《新的科学》就是指物理学，因为这两门局部学科业已发展成一门独立的巨大科学。

伽利略的《对话》正像柏拉图的著作那样，也是以对话形式写成的。名叫莎克勒多（Sagredo）和萨尔维亚提（Salviati）的两个威尼斯贵族与名叫西姆普利希沃（Simplicio）的一个亚里士多德的信徒进行交谈。在证明所有物体下落得一样快时，登台对话的只有萨尔维亚提和西姆普利希沃。

萨：不用做许多实验，我们就可以通过简单扼要而有约束力的结论来证明，较重的物体比较轻的物体向下运动得更快，是何等的不可能。因为，请告诉我，西姆普利希沃先生，您承认任何下落的物体都具有由自然界所给予它的速度这一点吗？假如您承认这点，那么要降低或提高这种速度，人

们就必须应用一种力或者阻力。

西：毫无疑问，一个在一定介质中的物体具有一种由自然界所决定的速度，这种速度只能通过新的推动来增大或者通过阻力来减小。

萨：假如我们有两个物体，这两个物体的自然速度不同，我们把这两个物体结合在一起，速度慢的物体就会阻碍速度快的物体，这是很显而易见的……。您同意我这种看法吗？

西：我看这种结论是完全正确的。

萨：如果这点是正确的，又假定下面一点是真的：一块大石头以8个单位的速度向下运动，一块小石头以4个单位的速度向下运动，把这两块石头连接起来，它们的速度小于8个单位；而这两块石头总合起来则要比那块以8个单位的速度向下运动的石头更重，这样一来不就出现了这种重量较大的物体比重量较小的物体运动得慢的情景吗？这岂不与您的前提背道而驰了吗？这就是说，您看到，我可以怎样从较大物体有较大速度这种假定出发，使您得出较大物体比较小物体的运动速度慢这种结论。

这就是伽利略的论证。他以此驳斥了亚里士多德的落体定律。在伽利略看来，重要的是证明：所有的物体在真空中下落得同样快。这是他的第一个伟大的认识。第二个伟大的认识是：自由落体的下落速度不断地增大，在相同的时间间隔里，速度的增加是相同的。今天，我们简单地论述为：加速度是常数。

伽利略说：人们可以完全自由地想象任意的运动过程，然而，我们要寻找一个与自然运动相符合的加速运动的定义：“对通常过程和自然界所有现象的秩序的全部认真仔细