

Shi Jie Ming Ren Ming Jia Ming Zhuan

Shi Jie Ming Ren Ming Jia Ming Zhuan

中外名人传记百部

ZHONG WAI MING REN ZHUAN JI BAI BU

Shi Jie Ming Ren Ming Jia Ming Zhuan

伽利略传

Shi Jie Ming Ren Ming Jia Ming Zhuan

Shi Jie Ming Ren Ming Jia Ming Zhuan

Shi Jie Ming Ren Ming Jia Ming Zhuan

Shi Jie Ming Ren Ming Jia Ming Zhuan

北京圣碟科贸有限公司制作

Shi Jie Ming Ren Ming Jia Ming Zhuan

世界名人传记

伽利略传

X X X 编著

目 录

第一章 青少年时期.....	02
第二章 冲突.....	41
第三章 面对宗教法庭与晚年.....	89

第一章 青少年时期

伽利略·伽利莱1564年2月15日出生在意大利比萨。他的父亲文森西奥·伽利莱是位音乐家。他的创造力和雄辩才能导致了音乐理论与音乐实践相结合的一场革命，正如伽利略将科学理论与科学实践相结合一样。伽利略的母亲叫吉乌利亚·安曼娜娣，对她的真实情况，后来的人们知之甚少。

伽利略是7个孩子中的老大。他们家一直住在比萨，直到伽利略10岁那年他们才迁居到佛罗伦萨。伽利略在那里上了几年学。后来被送到瓦朗布罗萨古老的卡马多斯修道院。那里宁静的学习生活深深吸引着他，他在作为一名见习修士的时候就加入了修道会。然而，他的父亲却希望他学医，把他接回了佛罗伦萨。尽管他不再是修道会的未来成员，但他在那里仍继续和卡马多斯修道院的修士一起学习，直到1581年进入比萨大学。

与此同时，在比萨新开办了一个名为卡梅雷特的非正式学院。在文学、艺术，尤其是音乐方面对城市生活产生了影响，引起了伽利略父亲的注意。文森西奥几年前对威尼斯古典音乐的复兴发生兴趣，以此来

改造当时过于矫饰的复调音乐。他还对器乐与单一声乐的结合很感兴趣。卡梅雷特学院对这些问题的研究，使文森西奥和查里诺二人发生了一场关于音乐理论的激烈论战。当时的音乐理论在许多方面已成为抽象的数学，阻碍了音乐的进步。用传统的音乐科学来说明亚里士多德的知识 and 技艺间的区别是再好不过了，随着这种无味的理论之争，就在文森西奥反对纯理论的战斗之后不久，迅速变化的音乐实践导致了歌剧的诞生与和声的发展。

伽利略早年在比萨大学以反驳教授而出名。许多年以后，他在笔记中谈到，他一开始研究亚里士多德自然哲学时就产生了怀疑。他不相信物体的下降速度真的与其大小成正比。伽利略早就知道大小不一的冰雹是同时落地的，因为由常识推测，冰雹大约是从同一高度一起下落的。按照亚里士多德的观念，大石块将先到达地面，小石块最后到达地面，这与人们所见的事实并不相符。今天，要求科学符合实际观察已是人所皆知，而在亚里士多德自然哲学中并不看重这一点，它只满足于解释事物的发生怎样符合定性的因果原则。

1583年，伽利略听了一些关于欧几里德几何学的讲演。这些讲演是由在托斯康大公宫廷任职的一位实用数学家举办的。这激励他致力于研究欧几里德

《几何原本》。宫廷数学家里奇从伽利略向他请教的问题中很快发现了伽利略的天赋，因而他请求文森西奥让伽利略研究数学，但是这位父亲坚持要伽利略先完成医学课程。然而伽利略并未听从，开始钻研起数学和哲学，并于1585年末取得学位就离开了大学。

幸存下来的伽利略的最早手稿大约就写在这一时期。手稿所讨论的是许多物理学和宇宙学上的问题，讨论这些问题当时是大学里的自然哲学教授所从事的工作。他的手稿大概是准备用作讲义的，都是以标准的传统方式写成的，几乎没有任何独到的见解，也没有像他以后的文章那样侧重于数学的实用性。尽管他提到了哥白尼的天文学，但却断然加以拒斥。伽利略不厌其烦地写这篇冗长、规范的手稿令人不解。也许他渴望得到一席教职，为此需要讲义。手稿是仿照16世纪末著名的耶稣会教授的书和讲义写成的。虽然伽利略学生时代就对亚里士多德物理学的某些结论产生了疑问，但显然尚未同公认的自然哲学原理发生论争。

从伽利略最初的冗长手稿中看出，当时他研究物理学用的尽是亚里士多德原著中的琐碎言词和繁琐哲学，这与其说是对自然界的研究，倒不如说是一种玄妙的文学游戏。数年之后，伽利略在《试金者》一书中就彗星问题回答耶稣会学者时写道：“萨西全副武

装地向我发起了一连串的攻击，想竭力证明我是一个糟糕的逻辑学家，就因为我称某种增大为‘无限’，尽管我年轻时很乐意投入这样的论战，但现在，这些论战使我厌烦透了。……在这里萨西确实很有理由证明他自己是一个比世界上所有作者都高明的逻辑学家；不过，我保证他会发现这些作者碰到‘极大’时，十之八九会选择‘无限’这个词。”

伽利略在离开大学后的几年里，在佛罗伦萨和锡耶纳作私人教师讲授数学。1586年，他写成了第一篇论述比重秤的学术论文。这是理论和实践相结合的产物，其理论来源于阿基米德。大约与此同时，他还开始写论述运动的论文，在以后的四五年间又做了修改和补充。这篇论文为他以后在物理学方面做出的重要贡献打下了基础。

同时，伽利略的父亲对乐器的弦做了长度和张力方面的实验，发现了一个数学定律，否定了传统音乐理论的基本假设。很可能由于伽利略亲眼见到了这些实验，并在脑海中留下印象，使他后来在寻找落体速度变化的规律时受到启发。他父亲写的文章在很多方面与伽利略的学术争论文章不无相似之处。文森西奥在他的《古代音乐和现代音乐对话》中说：“在我看来，他们仅仅是依靠权威的力量来证明什么，而不是引用任何论据来支持自己的证明，这简直荒唐可笑。

与此相反，我希望允许自由提问和作答，而不需要任何对权威的逢迎，那才是真正追求真理。”

伽利略的数学才能甚至得到佛罗伦萨大多数文化界的上层人物赏识。1588年，他应邀去佛罗伦萨学院就但丁《地狱篇》中的地狱位置、大小和布局发表讲演。但丁的《神曲》是诗歌，不是科学。但是但丁却巧妙地将他那个时代公认的科学融贯在里面。他关于地狱部位的构造在整个16世纪引起了激烈争论。但丁原著的注释者持两种对立的观点。伽利略根据地理学和数学知识支持早期的那些观点。随后，文学院享有威望的头面人物帮助伽利略先是在比萨，后是在帕多瓦接连获得教授职位。

约在1588年底，伽利略发现了一种巧妙而实用的测量某些固体重心的方法，比阿基米德的方法先进，这使他首次在国外赢得声誉。凭借这一发现，伽利略于1588年申请波洛那大学空缺的数学教授职位。这一职位后来授予了帕多瓦的一位天文学家马基尼，他因出版过一些著作而享有盛名。但是伽利略的发现引起了吉多波德侯爵的兴趣。这位侯爵写过一部重要的力学著作，从此直至1607年去世，他一直是伽利略的朋友和赞助人。1587年底伽利略首次访问罗马时，这一发现还使他结识了罗马耶稣会学院的数学家兼天文学家克拉威斯。

伽利略于1589年获得比萨大学的数学教授职位，这是一个薪水微薄的职位，因为在比萨，人们对数学的研究并不重视，伽利略因此而成为教授，这样他就有理由去谋求帕多瓦大学更有名气的教职。他的两位赞助人立即为此奔忙起来。

伽利略开始在比萨教书的同时，一位著名的但丁学者马佐尼也受聘在那里讲授哲学，并成为伽利略的朋友和顾问。马佐尼后来出版了一本著作，将柏拉图与亚里士多德作了比较。伽利略在一封信中回忆了他们在比萨时对这一问题的争论，批评了他的观点。后来，一位医学教授默库里父也加入了他们的哲学讨论。这位医学教授曾著书论述体育和健康，开辟了这一新的研究领域。很明显，伽利略在比萨时，大部分时间都是与年长的同事讨论比数学更为有趣的问题，尽管他的数学才能给来访他的罗马数学家瓦莱里奥留下了深刻印象。

虽然伽利略这时已经熟知哥白尼的论著，但他仍然接受地球是宇宙中心的学说，并就托勒密的《天文学大全》写了一篇评论。他的比萨手稿《论运动》提到了这些情况，其中还有许多章直接抨击了亚里士多德的物理学。整部手稿都取自亚里士多德哲学的因果概念和阿基米德的数学概念，这两者混杂在一起，可以称作是一篇前科学的文章。伽利略起先还希望通过

消除亚里士多德哲学中的某些错误，保留其自然哲学的基本概念，并使二者谐调一致。

令人感兴趣的是，伽利略在这份手稿中提到，相同材料的物体通过同一介质下落时间相同，与物体的重量无关。历史学家一般都怀疑有关伽利略和比萨斜塔的故事，这个故事是在伽利略逝世后最先由他的一个门徒讲述的，而此人在那件事之后很久才出生。这个故事讲伽利略是给他的学生和一些教授演示这个实验的。很有可能这些学生的哲学教授一直向他们灌输亚里士多德的理论，因而他们反对伽利略的说法，认为重量肯定影响物体的下落速度。这样，伽利略的斜塔演示就不只是做给他的学生看了，而且还要使教授们确信亚里士多德的物理学必须予以修正，当时伽利略已经这样认为了。

比萨的一位物理学教授后来在1612年与伽利略论战时，在斜塔上做了一个实验支持了亚里士多德。他观察到：具有相同材料而重量不同的物体并非在同一时刻到达地面。伽利略在最后一部著作中对他和这位教授实验中出现的差异做了解释。他说：“亚里士多德说，一个100磅的球从100腕尺的高度落到地面时，从同一高度落下的一磅的球才下落一腕尺。我说它们将在同一时刻到达地面。通过做这个实验你发现大球超前小球两英寸。现在，你想要把亚里士多

德的 9 9 腕尺的误差用两英寸掩盖起来，只强调我的微不足道的误差，而闭口不谈亚里士多德的重大错误。”

亚里士多德科学的每个组成部分之间都有逻辑联系。因此，对于亚里士多德的追随者来说，亚里士多德的话都是千真万确的。但是伽利略却评论说：“如果亚里士多德是像他们所想象的那种人，那他就是思想顽固、态度固执和灵魂卑下的人——一个视别人如蠢笨绵羊，欲使自己的法令凌驾于感觉、经验和大自然之上的专横的人。恰恰是亚里士多德的追随者给他戴上了权威的桂冠，而不是他自己窃取了这一权威。

“我常常感到奇怪，那些对亚里士多德每一言辞都信奉不渝的人，怎么会不明白正是他们自己玷污了亚里士多德的光荣和声誉。他们越想抬高他的威望，实际上就越贬低了他的权威。有些命题在我看来明明是错误的，他们却顽固地坚持，还试图要让我相信他们所奉行的是真正的哲学，就是亚里士多德本人也不会那样做；每当我看到这种情形，反而会更加怀疑亚里士多德所讲的我难以理解的其他的哲学问题是否正确。”

伽利略的《论运动》手稿比反对它的书要好，其中有一些鲜为人知的内容。出版一些著作会有助于他谋得一个更好的职位，然而他却拒绝出版这部手稿。因为他关于斜面运动速度的结论与实际经验不符，对

这一点他直言不讳。他把这归咎于“实物障碍”，并补充了一些理论解释，但实际上是由于他忽略了加速度，以致他得出的第一个结论与真实情况相差甚远。无论如何，他拒绝出版这部手稿是合乎他的性格的，他后来在《关于太阳黑子的信》中说：“那些反对改革的人抓住我的哪怕最微不足道的错误攻击我，仿佛我犯了弥天大错。看起来与大家一起坚持错误比一个人独立思考要好得多。但我要说，我情愿落在大家后面坚持正确思想，而不愿站在别人前面不假思索地出尔反尔，自食其言。”

当伽利略在比萨大学的3年聘期就快要期满的时候，他确信不会再继续受聘了。虽然他在同事中有几位挚友，但他得罪了另外一些教授，并且由于尖锐批评了一项改善里窝诺港口的方案，而在托斯康宫廷中树了劲敌。1591年，伽利略的父亲去世，只得由他为其大妹弗吉尼娅置办丰厚的嫁妆。1592年，因为他在比萨大学教学出色和早期赞助人的帮助，帕多瓦大学聘任他为数学教授，薪水增加到了比萨时的三倍。

帕多瓦大学以其医学院闻名全欧，维萨留斯曾在那里执过教，后来成为威廉·哈维的老师的法布里修斯是那里的解剖学教授。帕多瓦大学在哲学方面也有一定影响，文艺复兴时期，亚里士多德自然哲学方法

的主要倡导者扎巴瑞拉 1589 年在那里去世。其后继者是克雷蒙尼尼，他坚定不移地捍卫亚里士多德学说，以致伽利略在后来的《对话》中把他当作哲学家的模式。在数学方面，帕多瓦大学在意大利所有大学中仅次于波洛那大学，甚至与伽利略竞争波洛那大学教授职位并获胜的马基尼也想首先获得帕多瓦大学的教授职位。

帕多瓦距威尼斯陆路只有 20 英里，大约一个世纪以前，帕多瓦已由威尼斯君主管辖。威尼斯政府远比意大利其他各邦开明，这对帕多瓦大学很有利。除大学之外，帕多瓦还有一个活跃的知识团体，以潘因里的家为活动中心。潘因里收集了大量手稿和书籍，他经常在家中接待来访的权贵和学者，同时还经常邀请帕多瓦的文人墨客与这些人聚会。伽利略在潘因里家中住过一段时间，潘因里一直是伽利略的亲密朋友，直到 1601 年他去世。伽利略很可能是在潘因里的家中遇到萨比和红衣主教贝拉明的，他们在伽利略的科学生涯中产生了深刻影响。尽管他们在重大问题上与伽利略截然相反，但实际上他们极为尊重伽利略，这一点颇能说明伽利略的才能和个性。

萨比是瑟维特会的一个修道士。1606 年，他作为一名威尼斯共和国的官方神学家而一举成名。那一年，罗马与威尼斯在罗马天主教会有多大权力干涉

世俗事务的问题上长期争执不休。后来，保罗五世听从其私人神学顾问贝拉明的劝告，停止了威尼斯的宗教活动。萨比则建议威尼斯政府无视这一教令，命令教士们继续活动，否则要受法律制裁。耶稣会会士被驱逐出威尼斯，其他教士留了下来，威尼斯的日常生活未受多大影响。当萨比和贝拉明唇枪舌箭争论不休时，实际胜利已属于威尼斯人了。这期间萨比遭到一次暗算，险些丧命，人们一般把这归罪于耶稣会会士。在此之前，萨比是一位学习哲学和科学的、活跃的、才思敏捷的学生，他以后也未停止过自己的研究。法布里修斯从事的静脉瓣的研究，对于哈维发现血液循环有重要的影响，据说是受到了萨比的启发。正是在他的笔记本里发现了最早描述伽利略的潮汐理论的记载；伽利略于1604年发现的落体定律和1609年发现的望远镜原理就是最先写信告诉萨比的。贝拉明是耶稣会会士，1600年罗马天主教宗教法庭以异端的罪名判决布鲁诺火刑，他就是当时法庭的红衣主教之一。把对布鲁诺的判刑与哥白尼学说联在一起并不足为奇，但布鲁诺的案情与伽利略的全然不同。布鲁诺确实是哥白尼的狂热信徒，但这即使真的与他的最终命运有关，也仅仅是间接的。布鲁诺梦想借助一种包罗万象的哲学在宗教上恢复宇宙的和谐。他就所有异端问题上上诉教皇而被一再驳回之后，天主教宗

教法庭的审判者终于把他的这种哲学判为异端。布鲁诺对判他死刑的红衣主教说道：“你们在宣布这一判决时肯定比我听到它时更为恐慌。”贝拉明决不会忘记布鲁诺作为被告面对驳回合法终审权的判决所作出的清晰、正义的控诉。这也许影响了他在1615至1616年涉及伽利略的那个事件中的所做所为。

贝拉明在另一位红衣主教巴罗尼乌斯的陪同下曾特意去帕多瓦拜访潘因里。他们在城外换了装束，以修士而不是以红衣主教的身份来到潘因里家。在受到亲切问候和礼貌款待之后他们才露出真实身份。这件事告诉人们，伽利略出入的帕多瓦知识界是非常注重礼仪的。但这次拜访最令人感兴趣的可能还是在于伽利略在1615年引用的巴罗尼乌斯的一句名言：“《圣经》告诉我们如何升天堂，却没有说天上是怎么回事”，就出自于此，伽利略不会在博学的教会史学家的著作中翻到这句话，而是从潘因里家的谈话中听来的。

潘因里去世后，伽利略的文学界朋友的主要聚会场所移到奎伦格家，他是一位大教堂的教士和拉丁诗人。这些朋友最喜爱的娱乐是用帕多瓦的乡村方言会话，这是由于16世纪初一位自称鲁桑特的作家的提倡而在知识分子中间盛行起来的。鲁桑特擅长写人物对白和剧本，他的剧本嘲讽了那些把简朴的乡村生活

赞美得如同田园牧歌一般的诗人。他的作品真实地再现了乡村的贫苦生活，但他把乡俗民情和粗俗的幽默融入其中。伽利略极为喜爱这种真实反映生活的文学作品。

帕多瓦大学吸引了许多注定要过戎马生涯的外国青年贵族。伽利略为了帮助他们和增加自己的收入，私下里为这些学生辅导军事建筑学、筑城学、测量学、力学，以及一些大学课程中没有的其他有关科目。1593年伽利略写了力学和筑城学课程大纲，以后又补充了其他一些内容。没有任何事实能说明他在1595年以前对天文学有过特殊的兴趣，只是在这一年，他偶然发现借助哥白尼假设的地球的一种圆运动可以从力学上解释潮汐。他似乎这时才开始对新天文学发生兴趣。

当时，在发明望远镜之前，还没有支持哥白尼体系的强有力的证据。继哥白尼之后，最重要的天文学家是丹麦的第谷·布拉赫。他反对地动说，因为这既与《圣经》上讲的有矛盾，又不符合亚里士多德物理学所解释的那种在地球上见到的一般现象。尽管大多数学者仍然接受所有天体皆绕地球旋转的托勒密体系，但第谷提出的保持地球不动，而让行星围绕太阳运转的设想像哥白尼学说一样也赢得了许多追随者。从严格的天文学角度看，选择哪一个学说都无关紧要；

但从哲学上讲，托勒密体系最容易与亚里士多德学说相吻合，尽管携带行星的晶体球的存在是难以令人相信的；第谷就曾以慧星运动为依据否定了晶体球的存在。对于承认第谷关于慧星的推理的那些人来说，第谷体系恰到好处地避免了同亚里士多德物理学的决裂。

马佐尼在1597年写了一本将柏拉图与亚里士多德加以比较的书，其中含有反对哥白尼天文学的谬论，伽利略在一封长信中对此做了批驳。就目前所知，这是伽利略第一次表示偏爱哥白尼学说。同年稍后，一位德国客人把开普勒出版的第一本著作送给了伽利略，开普勒在书中对哥白尼学说备加赞赏。伽利略后来感谢开普勒时谈到，他接受新天文学已经很久，因为用它能解释其他一些学说所不能解释的事物。但伽利略又说，他并未公开讲授这一学说，因为众多的反对哥白尼学说的蠢人会因此制造事端。开普勒没有问伽利略解释了什么现象，但他向伽利略建议，如果具备精密仪器，最好做些天文观测，目的是通过恒星视差证实地球公转。伽利略并未进行这一尝试，可能由于既无专门仪器又无希望发现连最好的观测家也没有发现的天文现象。已知伽利略最早的一次天文观测是在1604年出于另外的原因而做的。

伽利略曾为他的军人学生写了一篇论述观测和三角测量的文章，此后于1597年他又发明了所谓“

军用测位罗盘”的机械计算器，最初是为了解决炮击技术问题，后来经改进，几乎能快速解决任何可能遇到的应用数学问题。伽利略在1599年雇了一名工匠，专门制造这些仪器来出售，并开始每年开办讲座介绍用法。

同一时期，一直未婚的伽利略与一位威尼斯女人甘芭邂逅相识，她在1600年和1602年为伽利略生了两个女儿；1606年又为他生了一个儿子。当伽利略1610年回到佛罗伦萨时，她仍留在帕多瓦。这些年，由于伽利略为1601年结婚的妹妹利维娅承办了丰厚的嫁妆而经济状况窘迫。他的弟弟米开兰基罗曾向伽利略借款移居波兰，此后并未偿还，也未负担他份内的利维娅嫁妆的一半费用，伽利略仅付清这一项就需两年的薪水。后来米开兰基罗又迁居德国，在那里结了婚，仍由伽利略支付一切费用。接着他先把自己的儿子，随后又把一家老小都送到佛罗伦萨和伽利略一道生活。

伽利略增加私人授课时间，这笔收入抵得上他的薪水，但还是向沙格列陀借了钱。沙格列陀是一位威尼斯绅士，曾是伽利略的同学和挚友。他还是一位天才的业余科学爱好者，同时活跃于政界。特别是他对测温学有过很大贡献，他对此发生兴趣是从伽利略发明测温器时开始的，他们的朋友桑托里奥曾把它用于

医学。桑托里奥是威尼斯物理学家，尔后成为帕多瓦大学教授，他对实验医学的贡献尤为突出，伽利略就曾是他的人类新陈代谢研究的实验对象。

直到1602年，伽利略一直偏重于实用研究，而对理论研究很少过问。那年他全面修改了他的关于力学的论文，并重又继续早期对自然运动的研究，首次发现了斜面运动的两个正确定理。有趣的是，两个定理都来自他原先在《论运动》中提出的错误假设。人们一般认为，不可能由错误假设合理推出正确结论，只有逆命题才为真，即不可能由正确假设合理推出非正确结论。但近代科学最初通常都是由非正确假设首先揭示某些事物的真理，当发现原来的假设为假而结论为真之后，新真理才能建立在更为坚实的基础上。

1602年底，伽利略写信把他的发现告诉了吉多波德。并推论：物体从直立圆环上任一点落到最低位置时的时间相同，这一点近似正确。吉多波德尝试用大筛子的边框进行实验，发现它与推论不符。为此伽利略答复说，这可能是筛子边框不光滑而产生的摩擦力所致，改用一个单摆就会好的。尽管伽利略在这封信中提到，不要期望实验会与数学推论绝对一致，但很明显伽利略还是注重实际实验的，并且善于设计这些实验。伽利略这时对摆的研究启发桑托里奥发明了用于医疗诊断的“脉搏计”。一般都错误地认为伽

利略在学生时代就从事摆的研究了。

由于单摆在伽利略的科学中占有重要地位，因此需要多谈一点。很久以来摆动的等时性并未应用于计时和科学研究，这似乎有点奇怪。几十年以前，据说一位中世纪的阿拉伯天文学家在其著作中提到了摆，但后来发现这是杜撰。伽利略时期的钟是由一根水平杆控制的，系在杆上的砝码驱动着杆在一个小角度内往复运动，很像摆的摆动。钟的快慢由悬挂在杆上的摆动的小砝码来调节，但这种钟走时并不可靠。伽利略曾用摆设计了一个天文计时器，真正的摆钟是在他去世后由惠更斯发明的。

最先引起伽利略注意的并不是单摆的等时性，而是无论摆弧大小，每次摆动时间不变。这并不十分准确，而是近似如此。当摆慢下来而摆程越来越短时，摆速能随之作自发调节使摆动等时，这似乎是不可思议的。可能伽利略在1602年使用的摆又长又重，这使他注意到在下落运动中加速度的重要性和运动的连续性。这些发现不久导致他由早期的因果推理转入全新的运动科学的基础研究。

1603年，伽利略解决了斜面运动的几个问题，并且开始研究加速度。从14世纪以来人们一直假设：速度增大是逐级跳跃式的，每一速度都在持续匀速运动一段时间后突然增加到另一速度。伽利略开始也接

受了这种思想，但不久就不得不放弃了它。1604年，他设计了一种测量加速度物体实际速度的方法。他使一个球从静止开始沿坡度小于 2° 的斜面滚下，按大约半秒的音乐节拍在相同时间间隔内记下球的相应位置，然后近似以毫米为单位测出各段距离，伽利略由此得到下落运动中连续的速度呈奇数规律变化，其结果是，从静止开始的各段累计距离依次为1，4，9，16，……由此伽利略得出落体定律：从静止开始，距离随所用时间的平方增长。

掌握这个结论后，伽利略未做进一步的实验就向前突进。因为数学一旦与实际测量相符合，数学本身就是可信的。以往哲学家对“数学确定性”的所有争论终于通过实际测量化解了，正像伽利略不久在另一问题中所指出的那样。但是，伽利略的具有新意的正确定理没有帮他立刻找出一个能证明这个落体定律的正确假设。他在1604年10月写给萨比的信中说，他找到了一个证明，但实际上是他错了。伽利略推想到，既然同一重物通过各种不同的距离下落时，其冲击力总是与距离成正比，而且只有速度改变，那么物体下落速度必然与下落距离成正比，事实上产生冲力效应的是速度的平方。伽利略花费了3年多的时间才认识到他原先犯的这个错误。

伽利略研究运动学的新方法是精心细致的测量，

由此他开始用现代研究物理定律的方式取代古代的因果研究。伽利略开始撰写科学论著时，他已逐渐认识到测量是探索物理学的钥匙，只是并未在书中特别强调这一点。这似乎很奇怪，但在科学史上是屡见不鲜的，导致许多发现的新技艺和新过程本身并未受到应有的重视，而由此得到的发现似乎更有趣味、更有意义。伽利略有时在著作中也叙述过程，即便他忽视对实际测量，他的发现基于这种测量加以说明也是可以理解的，因为他的物理学是从以往的自然哲学中独立出来的。

首先，整个天文科学从一开始就依赖于精心的测量。甚至可以说，天文学只是对角度和时间作精细测量，并寻找与这些系统测量有关的定律而已。在大学里总是由数学教授讲授天文科学，而另一门完全不同的科目则由物理学教授依照亚里士多德《论天》一书来讲授。在正统的哲学家看来，就理论意义而言，这门称之为宇宙学的科目才是关于天上的真正科学，而天文学实际上算不得真正的科学，只是技艺而已。在亚里士多德的宇宙学中根本没有测量的地位，这些工作是留给众多的实践者去做的。这种看法自古就有，虽然喜帕恰斯为后来的托勒密天文学在测量和计算上奠定了基础，但所有原因的或物理的解释都是留给专为解释这些问题的哲学家来做的。因此在科学上形成

一个老传统，即使我们把天文学看作是一门科学而不仅仅是技艺，但伽利略仍然认为他的物理学不过是应用天文学的方法研究运动而已。

回顾起来耐人寻味，很久以来人们一直忽视测量，虽然在力学中使用测量，但在17世纪以前，力学并未被看作是物理学的一个部分，而且大都限于静力学。对运动的测量要比静力学中对重量和距离的测量难得多。此外，物理学家唯一感兴趣的运动的原因由测量是无法得知的。因此，中世纪的物理学家只是抽象地论述测量，根本不打算对实际运动进行精心测量。伽利略这样做了，但在他的书中没有特别提出测量，是测量使他做出了关于运动的许多发现，因为对他来说，测量只不过是天文学家很久以前所用方法的自然扩展。

还有一点需要进一步说明，尽管在此把它与科学问题搞在一起是不合适的；测量需要某种单位，借助计算单位和单位分度值进行实际测量要有一个精度极限。伽利略在测量实际运动所经过的距离时，大约以毫米为单位，单位分度值最小不超过二分之一，这是用直尺和肉眼进行测量的实际极限。无论我们怎样改进测量技术，精度的实际极限总是存在的。人们只要一从事实测量马上就会懂得这一点。伽利略的父亲曾表明，认为精确测量无法实现的理论是会阻碍音乐实践的进步的。伽利略开始实际测量距离和时间时发

现，纯数学理论与其所描述的过程之间总是存在差异。因此他并不坚持哲学家历来所坚持的那种完善；由于伽利略的科学基于与观察的基本一致，而不是基于上帝的意志，也不是基于数学上的或文字上的亚里士多德那样的不切实际的空想，所以他的科学也不同于以往的自然哲学。

人们可以称这种科学为粗糙的科学，或者称为功利主义的科学。人们可能诋毁它，也可能赞美它。人们也许宁愿喜爱自然哲学而不喜欢这种科学。但事实依然是，伽利略关于运动的发现来自精心的测量。他是从天文学中，而不是从中世纪物理学家的抽象测量中得到启示的，他的思路也不是从帕多瓦的亚里士多德主义的原理中、或者从文艺复兴时期关于数学确定性的根源和本质的争论中继承下来的。伽利略所涉及的既不是数学，也不是物理学，而是数学与物理学二者的关系。他在1602年至1608年研究运动过程中碰到的问题是语义学及数学问题，以往的哲学无助于解决这些问题。

伽利略对重物自然下落的分析，是他对数学物理学的主要贡献。只是研究了伽利略的工作记录之后，才有可能说出伽利略面临的是什么问题，他又是如何解决的。很少有读者会关心伽利略工作中的技术细节，通常简介伽利略的物理学时也并不考虑他的工作过程。

在伽利略之前，还没有人给“速度”下过定义，即使在数学上攻击这个概念的中世纪自然哲学家也没为它下过定义。因为亚里士多德已有“相等速度”和“较大速度”的定义，这已经足够了，除非要在数学上考虑连续变化问题。阿基米德曾对均匀速度作过分析，中世纪的作家也分析过速度的均匀变化，但均匀变化并不一定是数学上的连续变化。人们在计数时，数字一个一个地累加呈均匀变化，但这不是连续变化。中世纪的“速度阶”就是这样计算的。伽利略发现他面临的是落体速度的连续变化，要解决这个问题，他就必须对“速度”作出与实际物理测量相一致的定義。这谈何容易，因为最符合冲力现象的速度定义虽适用于由撞击效应测得的速度，但不适合自由落体所获得的速度。因此就产生了使未曾做过实际测量的自然哲学家意想不到的一个语义学问题。

还有一个数学问题必须要解决，因为如果不掌握高深的数学技能，“瞬时速度”就会导致无穷大悖论。亚里士多德对芝诺运动悖论的论述在某种意义上必须进行扩展，以利于对连续变化做精确的定量分析。伽利略花了数年时间，克服了重重困难，终于做到了这一点。在伽利略去世很久以后，哲学家还一直反对将数学应用于实用技术，因为这远远超出了哲学思考的范围。

伽利略的数学物理学的关键是，他将比例理论应用于他所设计的尽可能精确的实际测量之中。他用的比例理论来自欧几里德《几何原本》第五卷，但与中世纪作家所使用的理论有所不同，这些作家依据的是欧几里德《几何原本》的不完全译本。引导伽利略的不是关于自然的形而上学的信念；而是他坚信关于可靠知识的认识论。这种思想的古代模式不是柏拉图的哲学，而是托勒密的天文学；前者超越一切可能的测量寻找永恒的真理，后者依据的是实际测量。测量属于科学，而永恒的法则属于哲学的或者神学的信仰。但丁称亚里士多德为“众人之师”，从阿奎那时代到伽利略时代的有识之士都非常尊崇亚里士多德。如果人们想要获得知识，那么唯一的方法就是精心阅读亚里士多德的原著；研究亚里士多德著作的注释，以求掌握其著作的原义；并且要去探究其著作中存有争议的问题。从13世纪开始，大学教育就采用了这套模式。既然亚里士多德生活在基督之前，那他不免在某些方面会犯错误，神学家们已经发现了这为数不多的错误，并作了纠正。人们都把亚里士多德尊为哲圣；一切知识都属于哲学，正如一切信仰都属于宗教神学一样。

一般说来，物理学构成“自然哲学”——关于自然的知识，在希腊文中用 $\rho\eta\sigma\iota\varsigma$ 表示自然哲学。

亚里士多德在许多著作中，特别是在《物理学》、《论天》、《气象学》，以及论述事物创生和消失的著作中对自然哲学做过研究。亚里士多德《形而上学》一书确立了物理科学的原理，此书是在完成了他的科学著作之后写成的。因为由科学来阐述其自身的原理是不合适的，而在未对自然做出详细研究之前，是不能由任意确定的原理建立科学的。

多数读者也许熟悉亚里士多德物理学和宇宙学的总体概貌，这里只作简单介绍是言不尽义的。但是，当伽利略提出一条研究自然的不同道路时，他不得不与其对立面进行斗争，为了弄清楚这对立面的根源是什么，有必要简略描述一下当时大学里教给人们的研究自然的一般途径。

亚里士多德哲学的根本目的是要了解为什么世间万物是我们所见到的这种样子，为什么它们不会是别的样子，为什么它们现在的这种样子就是最好的。为了弄懂这些基本问题，就必须窥到事物的原因，把握自然界中所有事物背后的终极目的。亚里士多德以他前辈人的研究为基础，选用了四种基本“元素”——土、气、水、火，和四种与它们有关的、两两相对的基本性质——热和冷，干和湿。四种元素各有各的天然位置，其自然倾向是重者下落，轻者上浮。如果它们被移动，这种自然倾向就迫使它们极力回到自己的

天然位置。这样，逻辑规则建立起来了，由这些规则人们就可以从所见到的自然结果中推断出原因：原因只能得自于推理，而不能直接呈现于人们的感受中。质料、形式、动力和目的是决定或驾驭万物的四种最基本的原因。它们规定了事物的内在本质，这样，事物的本质可以从它们在各种情况下表现出的偶然性中分辨出来。自然哲学的内容就是在这样的逻辑框架之内，对所见到的自然现象做出因果解释。

亚里士多德的物理学主要研究变化，他认为变化是自然界中最基本的特征，他说，不懂得变化就是不懂得自然。亚里士多德用来表示变化的词在拉丁文中译为“运动”，最后则局限为亚里士多德所说的“移动”。不知为什么亚里士多德认为这种运动在逻辑上先于其他的变化，或者其他变化总是涉入或包含这种运动，但他的物理学并不限于研究这种运动。他对质的变化诸如铁在加热时，颜色从褐到红，从红到橙，从橙到黄的变化及生物随时间的生长变化同样感兴趣。

从物理学转向宇宙学时，亚里士多德以月亮天层为界，将天空与以地球为中心，以火为最高层的宇宙的元素区域分离开来。在四种元素之外，天上的一切都由第五种材料——精华物质组成，与四种元素不同，这种物质不发生任何变化，只有运动——均匀完美的圆周运动。亚里士多德的宇宙学似乎直接由柏拉图的

设想发展而来，其中经由尤多克斯作了数学推理；因此在这个问题上两位哲学大师没有冲突。托勒密天文学全盘接受了亚里士多德的宇宙学，只是把原来亚里士多德的均匀绕地的圆周运动改变为偏心的行星轨道和本能的运动。但在哥白尼天文学中，亚里士多德的宇宙学就没有立足之地了，因为哥白尼的天文学与亚里士多德自然哲学的基本原理相悖，认为地球本身在运动。因此二者之中必居其一，或者从根本上进行修正。

在1605年到1644年间，大量著作在英国、意大利和法国相继出版，排挤了大学中的亚里士多德自然哲学。这些书的作者是培根、伽利略和笛卡儿。他们唯一突出的共同点是，都认为亚里士多德自然哲学不是好的科学。当然早时已有人贬低这位哲圣，并为改进科学提出了其他的纲领，尤其是在16世纪；而到这个世纪末这个进程更是加速地进行。在17世纪上半叶，其他新的纲领相继出现。人们肯定会注意到，这时期是欧洲文化史上一个重要的新纪元，它的标志就是，在同一个时代，在三个不同的国度，出现了三位著名的思想家；虽然他们的立足点大不相同，但他们各自以坚实的基础向统治科学达四个世纪之久的亚里士多德权威宣战。

由于人们只谈伽利略的贡献，所以强调他所经历

的不平凡的道路是合适的，在这条道路上他做出了与培根和笛卡儿不同的贡献。培根和笛卡儿以他们的哲学思想闻名遐迩，他们的思想至今仍被称为“培根哲学”和“笛卡儿哲学”。后来欧美的哲学家和哲学史家几乎没有一个人不知道他们。与此相反，伽利略只是以他对科学的贡献为后人所知。虽然一些科学家和所有的科学史家都熟悉他，但后来的哲学家和哲学史家几乎没有人注意到他。

由培根、伽利略和笛卡儿开创的文化史上的新纪元通常称作“科学革命”，有些人称它为科学的开端。

17世纪是实用科学兴起的时代，虽然追求科学的事业是连续发展的，但实用科学不同于以往的那种为了科学自身的科学。亚里士多德的自然哲学有意把实用性排除在外。

他并非反对应用知识，只是称这种知识为技艺。他认为这种知识根本不能与科学知识相提并论，他把科学知识称为理论知识。从技艺引申出技术这个词，主要指科学知识的应用，从理论知识引申出认识论。认识论是一个专门讨论知识理论的哲学分支，无论是科学知识还是任何其他知识都在讨论之列。但是对亚里士多德来说，技术与理论知识之间的差别并非是应用与理论之间的差别，而是在知识的来源和知识的目的上存在着差别。技术知识的来源是实际经验，其目

的一般来说是要知道下一步该做什么；科学知识的来源是理性，其目的是透过事物的原因来理解事物。

“科学革命”在很大程度上是要消除这些分歧，使从实际经验中获得的知识与推理得到的知识结合起来。甚至不惜接受下一步该做什么的知识以代替对事物原因的理解。用文雅一点的话来说，这种做法就是以探索定律代替追寻原因。轻视探究原因使哲学家们感到不快。在科学革命开始之际就更是令哲学家们不能容忍。因为几个世纪以来科学或自然哲学的整个目的一直是判定事物的原因。例如笛卡儿就认为任何不追寻原因的作法都是不可思议的，因此他不假思索地反对伽利略的科学，就是因为伽利略没有研究运动和重量的原因。

亚里士多德物理学用质料因、形式因、动力因和目的因或最后因解释自然界中的每一种变化。伽利略的物理学所研究的大都是局部运动，甚至只是地球表面上重物的局部运动。除此之外，他不打算作任何原因上的解释。这不仅能解释当时哲学家所关心的大多数问题，而且与亚里士多德的表述相抵触，也未提出取代亚里士多德表述的因果解释。这就是哲学家们何以轻视伽利略科学的原因，他们认为它极为肤浅，不值一提。

当然，自伽利略的科学生涯伊始，他曾试图用因

果推理来研究运动，在大学里他就受这种教育。但后来当他提出落体定律的时候，他却这样说：“现在似乎不是我着手研究自然运动加速度原因的适当时机，许多哲学家对此有着各种不同的意见……即使对这些以及与这些类似的其他幻想加以检验和解决，也不会有多大收效。”

伽利略自然而然地放弃了因果推理。不过他从未放弃使用“原因”一词，因为这个词用得合理是非常有效的。

伽利略的科学不像亚里士多德科学那样是一个封闭的体系。与其说它是一些结论的集合，不如说它是一种方法，充其量只是包容了一些既无联系又不完善的结论：而且伽利略想，无论科学怎样进步，这些结论依然如此。他在1623年出版的《试金者》一书中说：“直截了当地说，我把科学当作能使人类进行研究的证明和推理的方法。我认为，这种方法用得越多，它教给我们的定理数量就越少，结论性的证明也就会越少。其结果是，它变得越完善，所具有的吸引力就越小，相信它的人也就越少。另一方面冠冕堂皇的题目和华而不实的言词倒能吸引人们的好奇心，而从不向他们提供一个真实证明了的、清晰的例子，使他们永远沉迷在虚妄与幻想之中，由此人们可能会从中领悟出其日常饮食是多么枯燥无味。”伽利略所说

的“日常饮食”指亚里士多德的自然哲学，它把所有物理学和天文学的结论按形而上学原则和逻辑程度排列出来，使人们能够从中找到自然界中曾出现的任何结果的原因。伽利略所说的随着科学的进步它的定理有不断减少的危险，这并不意味着绝对的减少，而是与自然哲学以及它要解释所有可见事物的宏大规划比较起来相差甚远。他说，相反地，“大自然中没有任何一个事物，即便是最微小的，能被我们最有才智的理论家全面理解。那种自命懂得一切事物的人实际上并不懂得任何事物。一个人只要曾经体验过一次完全弄懂了一件事情，并真正尝到取得真知的味道，就会认识到自己对其他无数多的真理毫无所知。”

伽利略上面这段话似乎自相矛盾，既然自然界中最微小的事物都不会完全被理解，而他却又说有些人已完全理解了某一事物，并从中意识到这种真知带来的启示。这种表面上的矛盾从下面的引文中可以得到解释。他说：“我将说人类理智的确完全理解某些定理，因此在这些定理上人类理智和大自然本身一样是有绝对把握的。这些定理只在数学中才有，即几何学和算术；神的智慧所知道的定理的确比我们人所知道的多无数倍，因为神是无所不知的。但是就人类理智确实理解的少数定理而言，我相信与神所理解的有同样的客观确定性，因为人的理智在数学方面完全达

到了必然性，不会再有比必然性更确定的东西了。”伽利略只指出了几何学和算术，有意排除了物理学和天文学，因为这两门科学牵涉到自然界的事物。用他的话来说，自然界的事物逃避人们对它们的完全理解。但在数学证明中体验到的必然性使人们尝到了大自然在运动中展现出来的确实性。无论如何，通常联系数学与大自然所必须采用的手段既不确定，也不能随心所欲无条件地应用。他在《两门新科学》中说：“由运动物体的重量、速度和形状诸如此类的东西从不会得到坚实的科学，因为它们有无数种变化状态。因此，要科学地处理这样的事物，必须加以抽象化。我们必须发现和证明从物理障碍中抽象出来的结论，以便在实践中运用它们，至于它们的应用范围，经验是会教给我们的。”伽利略以这样的方式想象出实际经验与抽象科学的联系，这是科学革命的特征。关于哲学的未来，他在《对话》中说：“我们的争论对哲学本身来说只会有益无害，因为如果我们的见解被证明是对的，哲学就会取得新的成果；如果是错的，这些辩论会进一步证实原来的学说。所以不要担心，你倒是要为某些哲学家想想，去帮助他们，为他们辩护吧。至于科学，它只能前进。”伽利略《对话》中的上面这段话是写给一位亚里士多德主义者的，他担心伽利略的科学会把哲学搞糟了。伽利略绝不幻想哲学家们会

试图去了解他的科学，更不用说放弃他们自己的观点了。在《对话》中，他又说：“这么多伟大、精明、博学的哲学家是绝不会被一两个人的虚声恫吓所吓倒的。甚至都不用他们亲自挥笔上阵，单单靠沉默便可以使攻击他们的人普遍受到鄙视和嘲弄。要设想单靠驳倒一两个作家就能建立一种新哲学，那只是空想而已。必须要先让人们换换脑筋，使它能区别真理和错误，而这只有上帝做得到。”伽利略也有过与培根和笛卡儿一样的梦想，希望用一种新的哲学取代只说不练的亚里士多德主义，但与他们不同的是，他没有致力于提出一种新哲学。这对他来说似乎是不可企及的，只有当实际经验与我所说的实用科学结合起来，使人们更加充分了解物质的宇宙之后才能实现。实用科学于16世纪开始出现在大学之外，因为它对科学中法定讲授的自然哲学毫无益处。实用科学不同于应用知识，它把应用知识第一次系统化了。自然哲学早已结构严谨、首尾一贯了；任何增添或改动都会牵扯到形而上学，并会影响到其他的哲学。哲学的力量在于它的完整性和统一性，而同时必须让科学独立发展，以便多少有点提高。

如果知识只能以手抄的形式作为永久性记载，那科学就只能为大学所专有了。第一批印刷的书价格昂贵，篇幅有限，所涉及的主要是学者和神学家感兴趣

的题目。像手抄本一样，这些书往往只藏于学术中心。1500年前后这种状况有所改变。这时印刷商已遍布许多城市，他们为了赢利都希望自己的印刷生意兴隆。在威尼斯的曼纽修斯的带动下，他们开始发行廉价书籍，以赢得较多的读者；而且从一些新作者那里征求公众感兴趣的作品。在新教运动期间，公众的读写能力迅速提高，因为这时出现了许多与天主教宣传品对抗的短文和小册子，两方面都力争扩大教育面，以便使公众能读懂这些文章。由于印刷商的鼓励，作者大增，一些书写出来教育大众，另一些则传递了新的知识和实用信息。实用科学因此从学术中心散播开来。

也许大学从廉价书的大量出版中获得的好处不如社会其他部门多。几个世纪以来，大学在没有多少教科书的情况下靠讲演和辩论一直昌盛不衰。如果有大学教科书的话，那它并没有比14世纪进步多少。对亚里士多德著作的注释仍然是主要的教科书。教授的传统工作不是革新，而是收集和整理既成的材料，把它们传授给学生。

除了医学以外，16世纪科学上的多数重大进展都发生在大学之外。哥白尼和第谷·布拉赫的新天文学，塔塔利亚和斯特文的数学，吉多波德的力学和本尼笛梯的物理学都是例证。况且这样的进展很少纳入

大学的教学中，因此在世纪的欧洲，仅有两三个教授对讲授哥白尼学说感兴趣，而意大利竟无一人。哲学教授们所争论的物理学问题虽然起源于中世纪，但与实用科学的兴起毫无关系。

伽利略究竟从中世纪的科学和哲学中继承了多少东西，至今仍是个争论不休的问题。直到这个世纪，多数科学史家都普遍认为中世纪是科学的贫乏时期。就天文学家来说，从托勒密到哥白尼很少有新的发现；而在数学的物理学方面，从阿基米德到伽利略这一更长的时期内几乎是一片空白。在第一次世界大战前后，当杜恒发表他对中世纪手抄本的研究时，这些观点看起来就不那么确切了。杜恒发现了大量资料，以致他逐渐认为，科学从古至今是连续演化的，很少有惊人发展的时期。他提出了一个带有挑战性的观点：如果说曾经有过科学革命的话，那它不是发生在本世纪，而是在14世纪。杜恒的结论被后来的研究修正了，但它在许多方面还是可取的。

杜恒在工作中提出了两个关系到伽利略科学的问题。首先，是个专门性的问题，即伽利略对重物下落的探讨究竟是来自用现代科学的精神对自然的直接研究呢，还是由中世纪的冲力理论和与冲力理论同时但独立出现的匀加速运动“平均速度”的分析发展而来的。其次是一个更广一点的问题，即伽利略的科学是

建基于哲学之上而未向哲学提出挑战，还是在通向理解自然的道路上它也是一个竞争者。他在最后的也是最重要的两部著作中似乎总是用贬斥的口吻对待哲学家。中世纪的科学肯定是亚里士多德哲学的一个分支，那么杜恒的“连续性”的观点就必须把伽利略物理学描绘成在哲学上乃是植根于中世纪的典籍，而不是植根于对自然现象所做的新的直接的研究。从另一方面来说，亚里士多德主义者向伽利略的科学发动了猛烈的攻击，这就很难把伽利略看作是一个亚里士多德主义的自然哲学家。

解决伽利略科学问题的另一条途径是由科雷于 1939 年开创的，他认为伽利略科学是一个柏拉图主义者反对大学中传统的亚里士多德主义的产物。在科雷看来，伽利略强调数学的物理学是根据柏拉图的学说；柏拉图认为唯一值得哲学研究的世界是感官难以达到的，只能通过数学去把握。依据科雷的观点，虽然在亚里士多德主义引导下铺平了中世纪用数学抽象地研究运动的道路，但是科学上的一场真正的革命却是伽利略这位柏拉图主义者掀起的。科雷的意见是，伽利略声称的实验是纯粹的理想实验，他对运动的所有研究都能用阿基米德式的数学推理来解释。许多科学史家都支持这样的结论。

就“中世纪连续性”的字面意义来说，据伽利略

本人的手稿可能会否定这种说法。加速运动中的“平均速度”是中世纪数学家的基本术语，而在伽利略的手稿中或在他出版的书籍中却从未出现过。中世纪对平均速度的分析，通过中间时刻的速度把加速运动与匀速运动联系起来。只有可完成的有限运动才存在时间上的终点。伽利略推出的无终点运动的加速度合乎数学上连续变化的速度。至于中世纪的“冲力”观念，在伽利略的著作中很快就被简单的速度守恒所代替。近来还从以前未出版的伽利略的笔记中发现有实验测量的记录，这就否定了科雷的结论。最后，伽利略得到他的重物体自由下落定律所采用的数学概念和步骤也与中世纪哲学家的方法大相径庭。

第三种解释是由小兰德尔倡导，科学方法史家提出来的。小兰德尔专门研究了16世纪帕多瓦大学的亚里士多德主义，认为伽利略的科学是新亚里士多德主义的产物。在文艺复兴期间，对方法以及数学确定性的专门讨论在帕多瓦大学导致一种开明的亚里士多德主义。伽利略采用了其中一些术语，因此那些科学方法史家就认为他的科学方法是从开明的亚里士多德主义那里借用来的。这样就出现一个问题，帕多瓦新亚里士多德主义的领导人扎巴瑞拉是在伽利略去帕多瓦执教前不久去世的，虽然他反对直接诉诸经验，但却直言不讳地反对把数学用于科学。他的后继者是克

雷蒙尼尼，此人与伽利略同在帕多瓦教书，但在每一个科学问题上他都坚决反对伽利略。他们两位私人关系很好，但帕多瓦的亚里士多德主义的根本立场明显地反对伽利略所倡导的精心测量，反对他用数学比例代替由归纳得到的物理原理和代替以三段论逻辑寻求原因。

另外有些人在探讨伽利略建立科学概念所依据的哲学基础时，追溯到了德谟克利特的原子论，但这只是完全误解了伽利略对连续量的数学分析。还有些人把伽利略说成是一个“调和者”，正如过去人们通常称那些把柏拉图和亚里士多德调和在一起的人一样；要不然他就是一个折中主义者，像布鲁诺那样从冲突的哲学双方分别取一部分来适应自己。某些人视伽利略为洛克经验主义哲学的先驱；另一些人则认为他是孔德实证主义的始祖。事实上正如克龙比多年前所指出的，几乎没有一种叫得出名的哲学不能在伽利略的著作中找到某些支持和安慰。因此，如果不分皂白青红地把伽利略的科学与此种或那种哲学体系联系起来那是再容易不过了。

在伽利略的学生时代，大学中的物理学一直是亚里士多德的自然哲学，因此在他成为数学教授的头几年里，想多少改进一下处理运动的传统方式那是可以理解的，即使这样做他也感到教物理的哲学教授们对

他的敌视。然而在私人教学中，他遇到了涉及数学的实际问题，并逐渐产生了兴趣。对这些问题的解决引导他走向了实用科学；他从中认识到实际工作者的才能，这些人大都没受过多少教育，但却解决了物理学上的一些问题。伽利略最终用意大利文发表了他的大多数著作，就此他在1612年写信给他的朋友说：“激励我去这样做的原因是，我看到大家不分青红皂白地把学生变成医生、哲学家等等，让他们去干那些常常是不适合他们的职业，而其他能干的人却被家庭琐事缠身，或从事了其他与学问无关的职业。正如鲁桑特所说，虽然这些人具有实际知识，但却读不懂拉丁文写的东西，因而他们相信，那些含有逻辑和哲学的最新发现的可怜的小册子，对他们来说永远是深奥难解的。现在我要让他们明白，大自然给予他们的与给予哲学家的一模一样，既然给了他们观看大自然杰作的眼睛，因此也给了他们能掌握和理解这些杰作的头脑。”对于谁能代替亚里士多德成为哲学上的向导，伽利略的回答是：“在森林里，在陌生的地区，我们需要向导，但是在平原，在开阔的地方，只有瞎子才需要向导。这种人最好还是呆在家里，而任何有眼睛、有头脑的人完全可以当自己的向导。”让具有普通智力的人在没有哲学的引导下，睁开眼睛看看大自然的杰作，这种观点直到19世纪赫胥黎称科学为“系统

化的常识”时，才为大多数科学家接受。对后来的学者来说，不管他说过什么，只要把这种观点归于伽利略，似乎就完全犯了历史划分的错误。某些相信科学没有哲学便一事无成的人，发现伽利略没有详细阐明一种哲学，便认为史学家有责任替伽利略发现或创造一种哲学。其实当伽利略说到森林和陌生地区时，他所提出的恰恰就是哲学。对于这种哲学他在《两门科学》一文中写道：“这样的深沉思想属于那些我们所高攀不上的学说，我们科学家必须愿意去充当这微不足道的工匠，这些工匠从采石场中探采出大理石，而后有才干的雕刻家才会使那些隐藏于粗糙外表之下的精美雕像显露出来。”伽利略并不相信科学作为能使人类进行研究的一种证明和推理的方法会解决人类感兴趣的所有问题，甚至不相信它能解决非常多的问题。他的生活和工作会告诉人们他是怎样形成这种观点的。

第二章 冲突

在哲学家与自然科学家常常两者兼得的时代，伽利略的理论首先与哲学家的一些论点相佐。

1604年10月，当伽利略写信给萨比叙述他的落体定律时，一颗超新星出现在傍晚的天空。一位学医的学生卡普拉和他的数学家教师梅尔观察了这颗星，并且作了证实，几天以后，伽利略得知了这一消息。人们在1572年也曾见到一颗新星，第谷·布拉赫证明它是一颗恒星。但根据亚里士多德的基本原理，天空历来是恒定不变的，因为天上的一切都是由完美无瑕、不可改变的所谓“精华物质”构成的，只有土、水、气、火这些“元素”材料才发生变化。因此，自然哲学家教导人们说，彗星的出现不是天文事件，而是位于月球以下的元素区域的气象变迁；新星则可以解释为某种静止的、没有彗尾的彗星，而不是天上的物体。

伽利略写信给其他城市的天文学家，并把他们的观察与自己的观察作了比较，发现这颗新星像第谷星一样没有明显的视差。无论从什么角度观察，都发现它相对于附近恒星的位置是一样的。它不可能象月球

那样离人们这么近。由于天空中的奇异现象总是激起人们的极大兴趣，因此伽利略作了三次论述新星的公开讲演，以天文的观察和角度的精心测量作了解释，从而证明新星肯定位于天上，而亚里士多德的理论显然是错误的。

克雷蒙尼尼一就任帕多瓦大学的哲学教授，就立即出来为亚里士多德辩护。人们今天很难体会出，如果一位纯数学家证明天上确实会发生变化，这会给整个自然哲学带来多么严重的打击。克雷蒙尼尼和伽利略是好友，无疑曾就哲学和科学问题与伽利略进行过多次讨论，但这一次却非同寻常，他们公开对峙起来。1605年初在帕多瓦出现了一本小册子，形式上是洛伦齐尼对克雷蒙尼尼反对伽利略的论点表示赞同，并且没有指名道姓。但伽利略却认出此书的部分章节出于克雷蒙尼尼本人之笔，于是便回敬了一本用笔名写的有两个农民出场的小对话。该书用帕多瓦的乡村方言写成，他让书中一个农民的推理比那位名教授更符合逻辑。

克雷蒙尼尼的观点是，地面上常用的测量规则不能用于遥远的天体。要对天上的物体做出正确的推理，就必须采用亚里士多德的原则，把天上物质与元素物质区分开来。伽利略笔下的农民代言人则质问哲学家，对于有关测量的问题究竟知道多少，农民说，在测量

上我们必须相信数学家，他们不在乎所见的到的东西是由精华物质组成还是由玉米面粥组成，因为无论如何，距离的远近是会因物质不同而改变的。伽利略落体定律的发现标志了他的科学的形成，从这时起，他的科学就把适用于实际测量的规则同等地应用于那些不能直接进行测试的场合。

几个世纪以来，天文学一直依赖于精心细致的测量，但直到伽利略时代，它的基本方法才延伸到物理学中。在文森西奥研究乐弦之前，除了在光学上，几乎从未发现过数学定律。伽利略通过测量发现落体定律后不久，就同一位哲学教授就天文测量展开了一场争论。大概这次争论对于使伽利略科学进一步走向量化、从而抛弃亚里士多德的“定性”描述有着重大影响。由于直到最近才有资料表明，伽利略在他的工作中使用了实验测量，因此相信伽利略所强调的数学在科学中的作用只是出于一种哲学信条似乎更为合理。

伽利略从1605年开始就把观察和实验作为科学的坚实基础。只要有可能，他就进行测量，从而保证了他的天文学和物理学结论的唯一确定性。亚里士多德说过，涉及到物质时就不要指望数学的精确性。至少在1602年以前，伽利略是同意这种说法的。但后来他曾在《对话》中借亚里士多德代言人之口特别提到过这个观点，以便他可以回答说：“完全正确，

但既然发现了这一点，为什么不利用它呢？”

1605年夏天，伽利略在佛罗伦萨做年轻王子科西默的数学家庭教师。由于他同这个统治家族相处融洽，便请他们帮忙保住他在帕多瓦的教授职位，他开始意识到，他同哲学家在新星问题上的冲突已危及到他的教职。伽利略还暗示他对宫廷数学家的职位很感兴趣，这个职位由于里奇于1603年去世而留下空缺。他在指导实用数学时，主要是教科西默使用他自己的计算器。他还答应写一本关于计算器的书献给年轻的王子。终于，托斯康驻威尼斯大使帮助伽利略再次获得帕多瓦大学的聘任，还增加了薪水，不过当时他想到宫廷任职的请求没有得到回音。

伽利略论述计算器的书于1606年出版，为了方便工程师和军事人员，书是用意大利文写的。1607年初，卡普拉出版了此书的拉丁剽窃本，他还暗示说，其他任何人写有关这种计算器的书都是偷袭他的作品。事实上，卡普拉直到1602年才在来访的德国家庭教师梅尔的指导下开始研究数学，而伽利略自1597年以来一直在制造和出售计算器。对伽利略来说，谴责他把根本不是他自己的东西送给科西默王子确实是件严重的事。他得到萨比和一些曾在早先得到过他的两脚规的人的书面担保，其中一位还证明，卡普拉几年前曾向他借过伽利略的仪器和使用说明书

手稿。伽利略向校方控告了卡普拉，经反复询问才证实，这个学生甚至连这本值得怀疑的拉丁文读物的内容还没有掌握。很可能这本书主要是由梅尔在1605年返回德国之前编写的。结果，卡普拉被开除，他的书也被没收。

这个意外事件影响了伽利略的个性发展。在此之前，他一向是毫不保留地公布消息和公开他的发现。伽利略曾在1604年帮助过卡普拉的父亲，他把他推荐给曼图公爵。卡普拉的行为使得伽利略对自己的发现严守秘密，并怀疑可能的竞争者的诚实。尽管事后伽利略写文章澄清了这件事，但伽利略的对手们仍利用他曾被指控剽窃了他人的发明，使人们对他用望远镜进行天文观测这件更重要的事情产生怀疑。

1607至1608年间，伽利略对他以前得到的运动定理作了整理和补充，最终发现落体的速度与距离的平方根，而不是与距离成正比，这为他提供了一种方法，可以证实他曾经作出的假设——即无摩擦的水平运动是匀速运动。由于他的实验记录非常精确，使他由此推出许多未经逐个检验的新定理。其中最重要的是关于抛体运动的定理，他由实验发现，抛体运动是沿抛物线路径的运动。随后他开始写作论述自然运动的书，该书直到他晚年才出版。伽利略物理学不同于后来牛顿的物理学。他对一般原理的谨慎态度是

严格的。

匀速直线运动最终成为牛顿物理学的基础。人们后来称匀速直线运动为“惯性运动”，而伽利略却认为惯性运动只对于地表附近作短程运动的重物体才存在。在伽利略物理学中，当重物体朝向或远离地心运动时，也就是说它真有升降的话，它的速度必定要增大或减小。在短程水平运动中，正如伽利略1608年所做的实验那样，可以认为物体与地心保持同样距离，这样，伽利略在他的物理学中得到了同样的惯性原则。但伽利略不愿意把它扩展为普遍原理。无限的匀速直线运动陷含着一个无限的宇宙，但对伽利略来说，天体若有作这种运动的自然趋势，似乎与观察到的宇宙不符。伽利略说，如果自然界中有什么运动真是匀速而持久的，那就必须是圆周运动。但他并未断言自然界中真有匀速运动，只是说可以这样看待地表附近的短程水平运动。这对于地上的物理学已经足够了，因而伽利略没有像开普勒那样去探索天上的物理学。

这个例子再好不过地说明了伽利略思想，即科学只是那些可以根据“感觉经验和必要证明”所建立起来的東西；这是他在哲学家们开始诉诸神学家支持时所说的话。惯性定律是在牛顿发现万有引力定律之后才扩展到所有物体的，并由无数的天文观测所证实。

如果没有万有引力，惯性定律的普遍适用性依然只是一种思辩，正如伽利略去世后不久法国哲学家伽桑狄和笛卡儿的情形那样；伽利略甘愿把这样的思索留给哲学家，而自己去“开采大理石料”以供别人雕琢。

1609年年中，伽利略正在专心写他的论自然运动的论文，这时发生了一些事件，这些事件转移了伽利略的科学兴趣达数年之久。首先是荷兰人发明了一种仪器，它可以使远处的物体显得很近，并于1608年向荷兰政府申请了专利。萨比在年底以前就听说此事。伽利略当时或许没有听到这个消息，或者他听到了但不相信这些传闻。直到1609年7月他在访威尼斯期间询问萨比，并且看到了当时住在巴黎的他以前的一个沉重的来信才相信此事。当时，伽利略一直在谋求加薪，刚好得知希望告吹了。他急忙赶回帕多瓦，想要亲手造一架望远镜，因为他知道一架小望远镜对威尼斯的重要不亚于一支海军。但他刚到帕多瓦就听说，一个经过此地的外国人带一架小望远镜，打算反回时高价卖给威尼斯政府。

由伽利略后来的叙述得知，他推想两个透镜必须有一个是凸透镜，另一个是凹透镜。把这样两个镜片装进铅管后，他发现可以用了。然而那只是一个能放大二三倍的玩具。伽利略写信给威尼斯的萨比，保证不久就造出一架性能良好的小望远镜。由于萨比在科

学上的声望，威尼斯参议院曾就购买那个外国人的仪器一事征求过萨比的意见，萨比建议不要买外国人的仪器。而后在8月下旬伽利略带去一架与普通双筒望远镜放大倍数一样的望远镜。伽利略用这架望远镜比训练有素的瞭望员用肉眼观察可以早两个小时发现进港船只。当他把他的望远镜献给总督后，他获得了终身教授的职位，薪水增加了将近一倍。

然而发生了某些误解。伽利略在接受了这个职位之后才知道，在合同期满之前不会加薪水，也没有答应他以后增加，而且他还必须终生留在帕多瓦教书。留在帕多瓦固然使他高兴，但那里毕竟不是他的故乡。他是地地道道的佛罗伦萨人。再说，他也不想一辈子教书，而希望更自由地从事研究和写作。尽管订了合同，但他还未得到任何实惠，他觉得可以不受约束地去重新谋求佛罗伦萨的宫廷数学家职位，科西默已经成为那里的大公了。

他匆忙赶到佛罗伦萨，向科西默展示了他的新仪器。随后他立即开始为制造放大倍数更大的望远镜而磨制透镜，佛罗伦萨向他秘密提供玻璃，以使他的对手无从知晓他的设计。到12月1日他就造出一架放大20倍的望远镜，他用这架望远镜在晴朗的夜晚观察月亮。他正确解释了所看到的東西，自然哲学家要求完美的天体呈现完美的球形，而在这完美的月球上

竟然存在着山脉和火山口。1610年1月初，伽利略发现了4颗绕木星旋转的卫星，这一发现与自然哲学家主张的地球是一切天体运动的中心的观点发生了冲突。伽利略将以前未曾发现的几个星座中的恒星标在星图上，并看到银河是由无数恒星组成的。

3月初，伽利略在他献给科西默大公的《星际使者》一书中揭示了这些发现。在复活节的假期里，他应邀访问比萨的宫廷。在这之后，他被任命为托斯康宫廷首席数学家兼哲学家，即此物理学家一事就只剩下个形式问题了。

伽利略在《星际使者》中公布的发现引起了强烈的反响，在普通知识阶层激起了极大的兴奋，而大多数哲学家和天文学家则声称那只是光学幻影，并嘲笑伽利略，或者谴责他作假。值得注意的例外是开普勒，他当时是神圣罗马帝国皇帝在布拉格的天文学家，伽利略曾通过托斯康驻布拉格大使向他征求意见。开普勒立即写了“与《星际使者》讨论”的长篇文章，文中承认伽利略的发现是真实的。几个月以后，开普勒用伽利略送给科隆选侯的望远镜亲自进行了观察，撰文证实了木星卫星的存在。

4月，伽利略路经波洛那时，马基尼召集了一群人，伽利略甚至亲自教他们如何使用这个仪器，他们也没能看到木星的卫星。马基尼的一个意大利门徒霍

克把这个消息告诉了开普勒，并出版了一本书，公开攻击伽利略的主张。在罗马，克拉威斯神父声称，他相信所有看到的東西都来自透镜，而不是来自天空。其他许多人则以占星术和哲学为基础攻击伽利略的主张。

伽利略没有答辯，但他在波洛那的一位朋友和在帕多瓦的一个学生用他的观点撰文进行了反驳。他的学生还提到，伽利略曾用望远镜在近距离内研究昆虫，并把发现告诉了克雷蒙尼尼。但是，这位哲学家却拒绝用望远镜观看天空，比萨的哲学教授利布雷也拒绝这样做。伽利略在帕多瓦发表了三次公开演说，并向科西默的国务大臣报告说：“整个大学都轰动了。人人都心悦诚服，以致原先那些最尖锐批评我和最顽固反对我的人，在看到他们自己的论点已经站不住脚之后，也终于公开表示，他们不仅被说服了，而且准备保护和支持我的教学，反对任何敢于攻击这些教学的教授。”

这份报告收在《伽利略的发现与见解》书中。

1610年底，耶稣会的天文学家们终于得到一架高倍望远镜，证实了伽利略的发现，伽利略开始得到越来越广泛的支持。然而，克拉威斯对月球表面的山脉提出了不同的解释，他相信这些山脉肯定是光学上的幻影。自然哲学家极力反对月球上存在山脉的说

法，以致在德国引起了长期争论，在曼图的耶稣会士也进行了辩论，为此伽利略对他们作了耐心细致的答复。

关于月球是否呈现完美球形的争论主要出现在一些信件和未发表的论文中，因此没有引起多大注意。完全撇开望远镜不可信的说法，后来又由一些认为理论先于观察的哲学家和历史学家提出来。否认月球上有山脉确实有助于解释传统的自然哲学，某些学者说，如果伽利略是一位优秀的科学家，而不是哥白尼的狂热信徒，他就会避免把自己局限在他的望远镜的影象之中，这正是当时克拉威斯和其他一些人讲过的话。没有证据表明在透镜中看到的不是存在于透镜中的，因为一拿掉透镜，原先看到的就消失了。因此后来有观点认为，在相信望远镜之前，需要有一套完整的光学理论，而伽利略不具备这样一套理论。

这种现代的论点所要证明的是，科学缺乏哲学依据。相信这是正确的，但这只是对人们今天的科学而言，而对伽利略的科学却不然。这个论点借口要证明：早期对伽利略的发现所作的批评是要使他的发现建立在比观察更牢固的基础上，这种观点是不正确的。即使当时批评伽利略的人具有完整的光学理论，并能证明所有的观察都是幻象，正如后来贝克莱主教所做的那样，也不会使人得到比伽利略的科学更好的科学。

反而可能会导致人们没有科学，而只有哲学。这也许值得庆幸，因为这样一来人们就可免受疑虑之苦了。这正是伽利略原来想达到的目的，他们只拥有哲学，并想使事物永远是他们所解释的那种样子。

亚里士多德的自然哲学毫不怀疑月球如同所有天体一样呈现完美的球形。这种观点丝毫没有涉及光学理论；它只是强调精华物质的完美，这与观察相比更难成为科学的牢固基础。伽利略一再反对任何离开实际而存在着绝对完美球形的观点，他指出，用球形砖来砌墙就不完美了。他在《对话》中说：

“这些哲学博士从来不承认月亮没有镜子光滑；如果能够想象的话，他们想让月亮比镜子更光滑，因为他们认为只有完美的形状才能适合完美的物体。因此，天体的球形必须是滚圆的。否则，如果他们向我们作出让步，承认天体表面存在凸凹，哪怕只是一点点，我就会毫不迟疑地抓住不放，要他们承认有更大的不平坦；既然完美在于不可分性，那么一根毫发会像一座大山一样破坏完美性。”

当问亚里士多德的代言人，为什么天体要具有完美的球形时，他回答是：

“说天体不生、不坏、不变、不改、永恒等等，就意味着天体是绝对完美的；既然绝对完美，它们就是十全十美的。因此，它们的形状也是完美的；这形

状就是球形。而且是绝对完美的球形，不能近似，也不能不规则。”

哲学家们曾经出版了几本书来回答伽利略的《对话》，他们支持亚里士多德的自然哲学，但对伽利略上述那些曲解亚里士多德自然哲学的段落没有表示任何不满。这些作者通晓中世纪和文艺复兴时期的作品，现在据说伽利略的科学概念就是从这些作品中借用来的；然而他们认为伽利略的论点是没有根据的。他们用教条主义的原理与伽利略的观察相对照。的确，伽利略没有创立一套完整的光学理论，但他详细描述了借助球面镜、平面镜和粗糙平面所做的实验。这些实验证明，呈现完美球形的月球在太阳照射下只是一个光点。即使月球上没有山脉，表面也是凹凸不平的，这样才会呈现出如人们所见的样子。伽利略采用测量者常用的方法测得月球山脉高四英里。尽管如此，他的论敌们还是拒绝承认月球表面不规则。

现在许多人把反对伽利略的那些人说成是比伽利略更好的科学家，那只不过是对可靠的科学是由什么构成的表示一种意见而已。谁都有权喜爱哲学甚于科学。但如果说伽利略相信行星作等速完美的圆周运动是由于不能抛弃天空完美的古代传统，那就完全错了。因为他在谈到月球时公然嘲笑过那个传统，并在《对话》的其他章节中也提到了太阳和月球的不规则运动。

在离开帕多瓦之前，伽利略还观察到土星的奇特外形，不过用他的望远镜无法看清土星的光环。9月他搬到了佛罗伦萨，在此之前他已把两个女儿送到他母亲那里，儿子则留给甘芭照管，直到他长到能自己料理自己，在到达佛罗伦萨不久的9月里，伽利略能够开始观察金星的工作了。金星在以前曾被认为是离太阳最近的行星。伽利略发现金星有像月球一样的盈亏现象，这充分说明金星不是绕地球运动，而是绕太阳运行，从而打破了亚里士多德和托勒密的安排。但这并没有证实哥白尼体系，因为第谷的天文学也认为金星绕日运行，只是地球不动而已。但是，伽利略确认第谷体系在动力学上是荒谬的，因为既然太阳足以使其他所有行星运转，就绝不会只留下地球不动。

金星的盈亏特别令人感兴趣，因为这使哥白尼本人困惑不解的疑问得到澄清。如果金星与地球间的距离变化像哥白尼体系所推论的那样大，那么金星表现的大小变化似乎应该比实际看到的大得多。现在从望远镜里看到，当金星离地球最远时，它能完全被太阳照亮得像满月一样；而当离地球最近时，本来很大的圆盘就只有一部分被照亮，宛如一弯细月。伽利略认为哥白尼是值得称道的，他没有出现一个不得其解的疑难问题就止步不前；也许他知道该如何解释。他在《对话》中说：

“推崇哥白尼远见卓识的有识之士是多么少啊！正如我以前所说，我们可以看出，他以理性为先导，继续坚持那些与感觉经验似乎矛盾的见解。”

这看来好像与前面提到的伽利略对科学的限制不符，但实际上并非如此。哥白尼所做的并没有超越“感觉经验和必要证明”，而且一旦感觉经验解决了这个特殊的疑问，就很容易提供必要证明。伽利略认为，对悬而未决的问题保留看法，并寻求有足够说服力的证据，这在科学中是可取的。而靠主观臆想，那不是科学的解决方式。在关于月球山脉的争论中，伽利略的德国论敌和佛罗伦萨的一位哲学家科洛姆为了坚持月球是表面平滑的圆球，竟然说月球表面覆盖着透明晶体，在它之下才是伽利略看到的、他误认为是在月球表面上的群山。科洛姆把这个想法告诉了罗马的克拉威斯，罗马的红衣主教乔尤斯的秘书写信给伽利略，让他代表极为友好的红衣主教对此作出答复。伽利略回答说，如果他的论敌们也有善意允许他用这种晶体物质去造出一座比他所测得的月球山脉高十倍的山峰，那他就情愿接受这种有关晶体物质的假设。

这是一种用与对手的假设相符的结论反驳论敌的技巧，其对手既不能接受又不能从逻辑上驳倒这些结论。这种技巧使人能推翻一种观点，甚至不用提出自己有根据的见解，伽利略常使用这种技巧。今天的批

评家们往往忽视这种论证的不合理性，他们相信伽利略说过的许多事情都是真的。其实，伽利略只是在他的对手们声称证实了某一假设时才提出这些事情，使他们的形式严谨的论证失去威力。

伽利略在佛罗伦萨着手研究的第一个课题是确定木星四颗卫星的轨道周期。这项工作非常艰巨，使得开普勒对伽利略能否完成这一工作公开表示怀疑。12月，伽利略写了一封信到布拉格，他采用字谜的方式谈到他的金星盈亏的发现，信中还说，他已获得有关卫星周期的线索。伽利略用字谜的方式是为了以后能确定发现的日期，免得引起发现优先权的争执。把他信中描述这一发现的字句故意打乱，把信注明日期后寄给朋友。后来惠更斯和牛顿也采用过这种方法。伽利略寻找卫星周期的思路很巧妙，到1611年3月，他已掌握了推算所必需的基本数据。在4月访问罗马期间，他开始编制卫星运动表。

以塞西为首的四个年轻人于1603年在罗马成立了第一个具有深远意义的科学团体，塞西称它为林赛学会。在罗马，塞西设宴招待了伽利略，“望远镜”一词就是在两次宴会上创造出来的，客人们还观看了天上的新发现。由于伽利略从大学到了宫廷，从而很少了解科学发现的情况；这时他加入了林赛学会，随后又与该学会在意大利以及在国内外的成员通信，这使

他比从前更能及时得到信息。

在罗马，伽利略又与克拉威斯神父和贝拉明红衣主教重叙旧好。罗马的耶稣会天文学家们在一次特别会议上宴请了他。一些红衣主教和教职人员还出席了他经常举办的望远镜发现展示会，这些发现中包括太阳黑子，那时伽利略只认为这些现象是很奇怪的。罗马教皇保罗五世特意接见了伽利略。到那时为止，还没有从神学上反对伽利略和他的发现的任何迹象，尽管贝拉明曾写信给威尼斯的天主教宗教法庭，询问对克雷蒙尼尼的诉讼是否涉及伽利略。这也许是由于伽利略对贝拉明说过他的工作包含有哥白尼天文学说的成份。虽然克雷蒙尼尼与哥白尼学说毫无牵扯，但因为他拒绝在其书中注明某些亚里士多德学说——诸如灵魂有死和宇宙永恒已被宣布为异端，所以他总是和宗教法庭发生纠葛。

伽利略在罗马受到盛情款待，载誉回到佛罗伦萨后不久，就卷入了同哲学家的一场有关物理学问题的争论。佛罗伦萨的一个贵族萨尔维阿蒂组织了一个团体，在他家中聚会讨论知识问题，他邀请伽利略参加。1611年6月，他们就凝缩和稀释问题展开辩论，这个问题是亚里士多德和原子论者争论的一个基本问题。比萨的一位哲学教授格拉兹亚称冰为“凝缩的水”。伽利略说最好称为“稀释的水”，因为冰浮在水

面上。格拉兹亚则回答说，那是由于冰有平展的形状，这种形状使冰不能克服它浸入水中所受到的阻力。伽利略观察到，置一片薄冰于水下，冰会向上浮，似乎要穿过水的这种阻力，如果这种阻力存在的话。他对水会阻碍固体下沉表示怀疑，因为连最细小的泥都会很快沉淀下来。有人说用刀剑平拍水面就能证明水有阻力，伽利略说，水阻碍运动的速度，而不是运动本身，亚里士多德也曾这样讲过。

格拉兹亚向科洛姆讲述了这个论点，科洛姆对伽利略早有怨恨，因为他出版的一本论述1604年新星的书籍曾遭到伽利略的抨击。科洛姆用乌木薄片漂浮而乌木球却下沉的实验来证明伽利略是错误的，并证明形状确实是漂浮的原因。与此同时，宫廷大臣们告诉科西默说，他的宫廷数学家参与的争论可能有损于科西默的威信，因此科西默劝告伽利略把他的论点写出来，避免公开的争吵。当伽利略这样去做的时候，比萨的一位新任哲学教授被请来在宫廷的一次会上同伽利略辩论这个问题，到场的还有来访的两位红衣主教。伽利略在这次辩论中大获全胜，得到了后来成为罗马教皇乌尔班八世的M·巴贝里尼红衣主教的支持。

伽利略这时把他反驳对手的文章整理成论述浮体的富有建设性的论文，这篇文章是他在佛罗伦萨西边几英里远的萨尔维阿蒂的别墅中写成的。这时他已摆

脱病痛的折磨，他曾抱怨城市的空气使他得了病，而他的病加重的原因可能是他不适应宫廷中尔虞我诈的紧张气氛和哲学家对手日益增长的敌视。在文章中他为流体静力学引入了新基础，用他的两条力学原理，首次解释了一根重梁为什么能浮在很浅的水面上的问题。伽利略曾一直为阿基米德原理辩护，但这个原理看起来似乎不能说明为什么比水的密度大的薄木片会浮于水面。伽利略用茶壶能浮于水面为例解释了这一点。他观察到，这样的薄片整个浮于水面以下，薄片上面的槽中容纳了足够的空气，使薄片和空气总的密度等于水的密度。为说明扁平形状无助于漂浮，伽利略谈到，如果把掺入金属屑的蜡制小圆锥体平底朝下放入水中，它会下沉；但如果尖顶朝下，它就会浮起来。如果说水对扁平物体的浸入产生阻力，那这正与所期望的相反。

虽然一篇论述流体静力学的论文似乎不会引起广泛注意，但伽利略的书在1612年出版了两次都一售而空。许多读者说，开始他们认为伽利略的假说似是而非，但后来就信服了。公众的兴趣是可以理解的，因为伽利略描述的各种各样引人入胜的实验做起来不需要专门的设备，却妙趣横生。有四位哲学教授长篇大论地攻击伽利略的书，倒不是因为亚里士多德论述过许多有关漂浮的问题，而是因为凝缩与稀释的基本

概念间接地受到威胁。他们反对伽利略所有的观点，甚至连他与亚里士多德相一致的观点，即形状不影响下沉而仅仅影响下沉速度这一点也一并加以攻击。亚里士多德自然哲学具备一套完整的逻辑结构，以致如果放弃任何一条原理，都要改变全局。伽利略一件件的科学研究就是要避免后继者再陷入这样的困境。

伽利略在论流体静力学的书中谈到，阿基米德的权威并不高于亚里士多德的权威；他说，阿基米德之所以是对的，只是因为他的命题与实验一致。如今有一种误解，以为伽利略把数学看得高于实验。这似乎是说，他之所以相信木星卫星的真实位置，不是因为他观察到了这些位置，而因为他计算出来了；或者说，沿斜面滚动的球的真实位置并不是他测量出来的。伽利略并没有说过这样的话，他只是说：

“当你在具体情况下把一个物质球放在一个物质平面上时，你就是使一个不完善的球和一个不完善的平面相接触，你会说它们不只是在一点上接触。但我告诉你，即使在抽象的情况下，一个不完善的非物质球放在一个不完善的非物质平面上也不是在一个点接触，而是一部分表面相接触。在具体情况下和在抽象情况下情形是一样的。

“如果充满抽象数学的帐目与实际的金币和银币或商品对不上号，对我来说的确是一个新闻。……正

像一位会计师在计算糖、丝绸和羊毛时必须扣除箱子、包裹和包装一样，数学家要想在具体情况中看出他在抽象情况下所证明的那些结果，同样必须除掉物质障碍。如果他能够这样做的话，我敢向你保证，实物就会符合计算结果。因此，错误不在于抽象还是具体，而是在于记帐者不懂得怎样平衡他的帐目。”

伽利略对数学在物理学中的地位的看法既不同于柏拉图的观点，也不同于亚里士多德的见解。柏拉图认为，纯数学观念的领域值得单独研究；如果物理客体与纯数学观念不相符合，那是物理客体太糟糕了，因为无论如何物理客体并不是完美无瑕的。亚里士多德认为，数学运算与物理学是不相容的，因为数学完全不考虑物质。两位哲学家都对数学的抽象特征与具体物质世界的巨大差异感到震惊。相反地，伽利略却为数学可以作为研究物理学的有效工具而感到兴奋。即使计算与观察不能精确一致，也没有理由褒一个贬一个。不甚符合可能说明人们还有些东西没有考虑到，并不意味着人们应该无视数学或无视观察。

这个观点一经掌握，正如17世纪的情形一样，物理学家的需要就会极大地刺激数学的进步。伽利略、笛卡儿和牛顿每个人都提出了某些对物理学有用的数学运算，从而大大丰富了数学家们所掌握的数学。无需说，作为回报，物理学家又从数学家那里得到了新

的数学工具。柏拉图和亚里士多德设置的旧的哲学障碍已经让位于对物理学和数学的新理解。

伽利略的理论除了与当时流行的哲学观点相冲突外，与历史的天文学观点和现实的天文学家、神学家也发生了冲突。与神学家的冲突尤其尖锐。

正当伽利略著书论述水中浮力问题时，德国耶稣会会士沙伊纳用笔名写了一本论述太阳黑子的书，他的上司怕危害其修道会的名誉而禁止此书出版。沙伊纳只好将书以信的形式写给奥格斯堡的韦尔塞，韦尔塞先前曾把德国人攻击月球山的事告诉了伽利略。韦尔塞是一位支持耶稣会的银行家，不久又成为林赛学会的会员。他用阿佩尔斯的笔名发表了沙伊纳的信，并送给伽利略评阅。韦尔塞评论说，他认为太阳黑子对意大利来说并不是什么新东西。

伽利略在把自己的新书送佛罗伦萨交付印刷时，收到了这份材料。他以前的一个学生卡斯特利当时是基督会的修道院院长，前来帮助伽利略，伽利略要他监督书的印刷，并每天尽可能仔细地观察太阳黑子。卡斯特的记录非常精确，以致可以测量黑子每天的运动，这使伽利略能够证明黑子必定是在太阳表面上，太阳大致每月自转一周。沙伊纳推断说，所谓太阳黑子实际上是绕地球或太阳旋转而挡住了人们视线的微小行星。他又另外写了几封信，韦尔塞把这些信也付

印出来了；伽利略同样作了答复，其中三封《关于太阳黑子的信》在林赛学会的赞助下于1613年在罗马发表。林赛学会坚持要加上一个伽利略不喜欢的前言，其中申明伽利略对这一发现有优先权。

1611年，伽利略还向当时在罗马的其他一些人证实了太阳黑子，后来耶稣会数学家古尔丁说，他那时已经把有关太阳黑子的论述写信告诉了沙伊纳。甚至在沙伊纳的书出版以前，另外一个名叫J·法布里修斯的人也论述过太阳黑子。沙伊纳对林赛学会在前言中作的优先权申明感到气愤，其他许多耶稣会会士也有同感。从此，他们与伽利略结下了不解之仇，终于给伽利略带来严重后果。

沙伊纳和伽利略两人争端的问题不只限于太阳黑子，还涉及到天文学和其他一些问题。伽利略认为解释天上的现象应该采用与解释地上的现象相类似的方法，他反对亚里士多德天地之间有本质区别的基本假想，他还断言事物的本质是无法弄清楚的，科学所关心的仅仅是事物的特性和可见事件，这等于是科学应摆脱哲学的独立宣言。

这是伽利略第一次，也是唯一一次在出版的作品中明确表示支持哥白尼天文学。他在《星际使者》一书中回避了这个问题，甚至在他发现了金星的盈亏以后，他也没有从天文学上反对第谷体系。他只是在

《太阳黑子通信集》的附录中，才提到对他来说什么才是无可争辩的事实。这一事实就是木星卫星蚀的发现及其预测的简单方法，其重要性就在于它是简洁说明哥白尼体系的合理性的一个科学证据。但伽利略却很少提到这一点。

为了预测木星卫星的位置，必须要考虑地球的运动，在旧天文学中是考虑太阳的运动，而带来了误差。这一步骤在哥白尼体系中的意义是显而易见的，因为忽视了这一点就等于把观察者移到太阳上去了。当时1612年伽利略第一次意识到会有木星卫星蚀发生时，就是在考虑了地球运动之后才立即抓住了预言木卫蚀的关键。现在从纯数学角度看，第谷体系与哥白尼体系是等价的。然而在1614年，当梅尔首先声明发现了木星卫星，并发表了木星卫星运动图表——比伽利略在1612年所使用的表稍微精确一些——时，他却承认从未见过木卫蚀，也无法提供预测它们的方法。虽然他在图表中对太阳运动引起的误差进行了修正，但对这位第谷学派的天文学家来说，这一修正只不过是把“太阳的运动”在经验上作了一些调整。梅尔简直不能想象自己也在绕太阳运动，也不会去想一想人们从太阳上会看到什么。天文学家们若不把地球的运动看作真实的运动，就很难理解他们所观察到的现象，而不论“数学等价性”如何。

伽利略除了在《太阳黑子通信集》的附录里谈到过木卫蚀以外，再没有发表过这方面的文章。这有两个原因，第一，他希望卖出一些他为确定经度而制作的图表，因而他对自己的计算方法保密。第二，由于下文将详细叙述的一些事件，不允许伽利略再把地球的运动作为真实的来论述；并且像卫星蚀这样极其深奥的问题是向《对话》的一般读者解释清楚的。何况还要假设地球静止，这就更难解释了。

马上就要谈到直接导致教会干涉纯科学问题的一系列事件，因此有必要事先作些说明。常有人说，地球周年运动的确实证据是在18到19世纪初才发现的，因为只有这时高精度的天文仪器才能够探测到某些恒星的光行差；同样直到19世纪中叶出现了傅科摆以后，才有直接证据证明地球的周日旋转。这种说法固然可爱，但却没有正确说出科学信念的基础是什么。的确，在19世纪上述事件出现之时，没有科学家再对地球运动有丝毫的怀疑。科学家们已经用牛顿万有引力定律有效地解决了地球的运动问题，万有引力定律已经把无数的天文观测和潮汐的发生与地球具有的两种运动联系起来。

也许有人会说，即使这样，伽利略也还是没有掌握支持哥白尼体系的确凿证据，因为他死于牛顿诞生之前。事实正是如此，伽利略的确不曾声称他具有不

容置疑的证据。他所具有的是远为优越的证据，例如他把金星盈亏、行星速度和距太阳的距离、以及潮汐的存在联系在一起，使这些现象与他的地球上的物理学一致；他还证明了亚里士多德的宇宙学和物理学在许多问题上是错误的。虽然他仍留下许多疑难问题，但牛顿的情形也与伽利略相类似，其实人们今天也是如此。科学中的一切事物都要被新的发现所打破。科学研究依赖于有份量的证据，并非靠最终的定论。伽利略掌握的有份量的证据告诉他，地球的运动是真实的，而且他相信这些证据是科学的，即使他所依赖的某些证据后来发现在科学上是不适当的。

在这样的背景下，人们就能够明白为什么伽利略不得不尽自己所能去阻止教会犯错误，因为这种错误最终会使教会名誉扫地。困难的是，即使天文学专家也不能懂得伽利略所掌握的证据的份量。至于要让那些既不懂天文，又不懂物理，只相信错误的伪亚里士多德学说的神学专家来解释这一点就更不可能了。因此，任何试图作出解释的尝试都是徒劳的。另一方面，创立了基督教理论基础的神父们早已明智地把信仰与科学区分开来，这恰好避免了同样的危机在那时的下层教民中出现。因此，伽利略热诚地诉诸前辈神父们的权威，企图把教会从1616年所犯的错误中解救出来。

在不容置疑的证据和优越的证据之间有一条鸿沟，它把亚里士多德科学与伽利略科学区分开来。指责伽利略的人不完全懂得这一点，他们把那些并不属于他的那些坚信他的科学的理由归到他头上，尽管他相信他的科学并不亚于相信他的宗教。红衣主教贝拉明曾提到的那种不容置疑的证据伽利略是没有的，现代的批评家总是喜欢在这一点上做文章。然而，支持伽利略的正是他所具有的优越的证据，因为它们具有科学性。记住这一点，就能正确无误地理解伽利略的所作所为。

在1613年到1616年的全部争论中，伽利略的目的并不是要证明科学问题上的谁是谁非，而且要把纯科学问题与信仰问题分开，以便使理性讨论可以自由地进行。许多作家说伽利略想要教会接受哥白尼体系，这不仅是错误的，而且也没有抓住实际争论的要点。伽利略并不想要教会接受科学争论中的一方作为信仰问题去压制另一方；他写道，如果教会要压制什么的话，就应该禁止用《圣经》的权威来解决那些本可以只诉诸经验和理性，而不用《圣经》就能解决的争议。这就是伽利略所希望的宗教与科学的分离，他从未怀疑教会干预的权力，但他极力主张教会不要这样做。这只是很久以前圣奥古斯丁所主张的分离，他指出，一个异教徒可能比一个基督教徒了解更多的

天文事物；基督教徒不应该在研究天文学上花费时间，而最好应该把时间花在虔诚的祷告上；让基督教在这样一些事物上下赌注是不合适的。

1613年，伽利略推荐卡斯特利接替了他原来在比萨大学的数学教职。卡斯特利一上任，校方就警告他不要讲授哥白尼学说。他回答说，伽利略不仅这样忠告过他，而且还说他自己在大学执教近20年中也从未教过哥白尼学说。应该记住伽利略在他的大学生涯中一直没有理睬过那些支持哥白尼观点的证据，当时他是拥有这些证据的。在现代的伽利略批评家看来，这些证据在科学上没有多大说服力。依据他们的观点，可以得出这样的结论，即伽利略对卡斯特的忠告是对的，他们宁肯说伽利略一直在伪善地隐满自己的科学信念。无论如何伽利略对卡斯特的忠告至少说明了到1613年底他还不是哥白尼的信徒，尽管他已掌握了他所能掌握的一切证据。

在浮体问题上曾与伽利略有过争论的哲学教授们，以科洛姆为首，在佛罗伦萨成立了一个同盟，其成员的任务就是反驳伽利略的一切论点。这些人大都是比萨大学的教授，从卡斯特利一开始在那里执教时他们就把他看作是伽利略的门徒而对他怀有敌意。大约在1613年底卡斯特利应邀赴宫廷早宴。席间，卡西默、他的母亲——女大公克里斯蒂娜、他的妻子和美

第奇家族的其他成员与他谈起木星卫星，为了他们的荣耀，伽利略曾把这些卫星命名为“美第奇星”。一个专门研究柏拉图主义的哲学教授趁伽利略不在，对克里斯蒂娜说，伽利略的地球运动的说法是错误的，因为这与《圣经》相抵触。

早宴后，克里斯蒂娜留下了卡斯特利，以神学家的身份与他谈论这个问题，还专门讨论了《圣经》“约书亚记”中的一个奇迹，书中记载太阳停留在空中。卡斯特利回答了克里斯蒂娜提出的一切问题，并坚持说，纯科学的事情应由科学本身的是非曲直来决定，由此才能确定《圣经》所描述的情况是真实的，还是隐喻的。卡斯特利在给佛罗伦萨的伽利略的信中叙述了这件事，伽利略为此写了冗长的《致卡斯特的信》，他在信中赞同卡斯特利所说的一切，并加了补充。这是伽利略主张神学家应该允许对那些可以借助感觉经验和必要证明来决定的事物进行自由研究的第一封信。这一段话把科学限制在与灵魂拯救无关的范围之内，这样，作为上帝委托人的大自然与作为上帝语言宝库的《圣经》之间就不会再存在矛盾了。

《圣经》的语言常常是隐喻的，为了使普通人易于理解。对《圣经》语言进行解释本是神学家的工作，大自然则是我行我素。

以前也曾发生过一两次牵扯到《圣经》的事件，

但这次却是最严重的一次。当1611年伽利略在罗马的时候，一本反对《星际使者》的书被炮制出来，它引用《圣经》反对关于木星卫星的论述，罗马的耶稣会会士们也告诉伽利略他们并不欣赏《星际使者》一书。1612年伽利略听到一个谣传，说是很受美第奇宠信的一位老年多明我会修士洛里尼曾扬言说伽利略的话似乎冒犯了《圣经》。佛罗伦萨的反伽利略同盟曾提议找一名教士去攻击伽利略，但遭到一位教会人员的斥责，此人大概是佛罗伦萨的大主教，反伽利略同盟的那些人就是在他家里受到申斥的。不久，又一位哲学教授对任用伽利略的人大放厥词，攻击伽利略的观点，迫使伽利略采取了行动。

多年的经验告诉伽利略，最好的策略就是不要把有关事实的问题与有关见解的问题混为一谈。因此当年争论新星的位置时，伽利略就用一般测量技术对新星位置进行了测定。克雷蒙尼尼说新星是物质的，易于毁灭，不可能是天上的东西。而伽利略认为那种观点是与事实相悖的。就浮体而论，观察到的事实也与关于原因的见解相矛盾。至于太阳黑子，测量的事实完全驳倒了黑子远离太阳表面的见解。

伽利略认为，观察和测量完全可以作为划定科学事实范围的最高法则。亚里士多德学派的哲学家们是否承认这些科学事实，对伽利略来说是无关紧要的。

要使他们的原理符合这些事实就必须对其做完全彻底的修改；只要人们不辞劳苦地研究就可以做到这一点，否则科学将无视哲学的见解而向前发展。

《圣经》则完全是另外一回事。科学与其他事物相比，更不能与《圣经》相矛盾。幸好在天文学与《圣经》之间没有多少明显的抵触，因为《圣经》不会像哲学家那样去教人们天文学。对《圣经》的解释只是个见解问题——专门的神学见解；神学见解应该服从于天文学和物理学的事实。虽然科学不能摆脱专门的神学见解而发展，但二者要达到一致并不困难。

这就是伽利略的观点，这个观点有强有力的先例可援。早期的教会神父们曾告诫人们，不要把宗教信仰与与拯救灵魂无关的事情联在一起，尤其是那些会妨碍虔诚冥思的、要花时间细致研究的事物。特伦特会议决定以教会神父们的一致意见作为解释《圣经》的准绳，而没有人提议要根据信仰，探讨世俗知识。因此伽利略感到他的观点是稳妥的。

约有一年之久，没有再发生对伽利略不利的事件，虽然卡斯特利在大学里一再遇到麻烦。但突然在1614年12月，与洛里尼在同一女修道院的一个年轻的多明我会修士卡西尼跑到佛罗伦萨一所主要教堂的讲道坛上讲道，公开指责大多数数学家，特别是伽利略的信徒。他讲道的主题是约书亚的奇迹，这个题目

在伽利略《致卡斯特的信》中曾进行过长篇讨论。不过伽利略是用反诘论证法来反驳亚里士多德主义者的，以此说明按照《圣经》描述的事实，“太阳啊，你要停止”这句经文在字面上不能与当时哲学家所接受的宇宙学协调一致。

卡西尼在佛罗伦萨的讲道在意大利的其它地方也掀起一场风波。这并不是他第一次为蛊惑人心铤而走险，他早在波洛那的讲道坛上就因造谣惑众而遭到谴责。卡西尼对罗马的高级教职梦寐以求，他似乎相信对伽利略门徒的确这样称呼自己的攻击有助于他达到目的。卡西尼的兄弟则持完全反对的意见，并极力说服他打消使用这种手法的念头。一位罗马的多明我会神父写信给伽利略，对自己修道会成员卡西尼的恶劣行径表示歉意。塞西五子建议所有大学的数学教授联名提出抗议，不过不要特别提出哥白尼问题，他想佛罗伦萨的大主教会被请出来斥责卡西尼的。卡斯特利对比萨大学的教授和行政人员的不断敌视已经习以为常，因而对卡西尼攻击数学的行为并不感到惊讶，其实数学是最少有争议的学科。卡斯特利写信给伽利略说：“这些攻击不是第一次也不会是最后一次。”

当卡西尼讲道的消息传到按照惯例此时正住在比萨的统治家族，恰巧洛里尼也在那里。他对卡西尼的过火行为表示遗憾，据此卡斯特利把伽利略前一年的

信拿给他看。洛里尼抄下信的大部分内容带回佛罗伦萨，在与他所在修道院的另外一些人讨论之后，他把信交给罗马宗教法庭审查，但他没有控告伽利略及其追随者。伽利略知道了这件事，他也猜到洛里尼会这样做。但他担心自己的话会被改动，就从卡斯特利那里取回原信，一字不差地重抄一份寄给了他在罗马相识的一位教职人员迪尼，求他把信给耶稣会会士们看，可能的话，送请红衣主教贝拉明过目。

信的部分内容在一次宗教法庭红衣主教的例会上宣读了，然后他们要求比萨大主教从卡斯特利那里取得原稿送到罗马。他们按诉讼程序先责成一位神学家写一份关于这封信的报告，结果发现信中仅有个别词句可能不妥，便宣称信的大致内容在神学上无可指责。后来，卡西尼跑到了罗马提供了对伽利略不利的证词，他作证之后，又找来他提名的另外两个证人。最后这个案子因缺乏伽利略冒犯教会的任何口头的或字面的证据而不了了之。有趣的是，宗教法庭甚至对伽利略《致卡斯特的信》中的下面这段话也没有提出异议：

“因此，《圣经》在许多场合不仅很容易、而且必须做出与词句表面意义不同的解释，依我看，在物理学争论中，似乎要到最后才会用到《圣经》。”

显然，神学家不愿找碴非难伽利略，更不想去干涉科学问题。与其说问题出在负责的教会官员身上，

毋宁说出在伽利略的阴险的私敌和一个野心勃勃的教士身上。1615年，伽利略把他的《致卡斯特利的信》扩展为更长的《致克里斯蒂娜的信》，信中引证了圣奥古斯丁和教会充分信任的其他权威们的话，他料想教会若采取行动，必将先从查禁哥白尼的书开始。他写信向迪尼和在罗马的其他朋友询问，他们都向伽利略保证，卡西尼讲道引起的风波已经平息了，似乎不会再发生什么事了。贝拉明特别提到，教会不想查禁哥白尼的著作，而最多删去著作中的某些段落，原封不动地保留他的天文学假说。

正在这时，一位那不勒斯的神学家、卡米利会神父福斯卡里尼出了一本调和哥白尼天文学与《圣经》的书，打算同任何愿意和他辩论的人辩论。他送了一本书给贝拉明，并收到诚恳的复信，其中还提到了伽利略的名字。贝拉明红衣主教说，只要把地球的运动当作一种假设，对《圣经》的重新解释会比他们所设想的要困难的多。因而他劝告他们不要因此卷入正式诉讼之中。

伽利略本可以接受贝拉明的劝告，这对天文学的发展不会有多大妨碍的，许多学者都认为，伽利略即使不考虑他自身的安全，但为了真正的科学也应该接受劝告。一般人认为，他拒绝接受劝告证明了他是哥白尼的狂热信徒。对未得到证明的科学体系的狂热确

实可以解释伽利略的下一步行为，但要解释这些行为并没有必要去假设他是这样的狂热之徒，再说这种假设也不能自圆其说。伽利略下一步所要做的无非是要详细表明他的论点，即天主教的信仰任何时候都不能依赖于科学事实。《圣经》与科学之间是不会有矛盾的，所应该做的正是要弄清这一点：不应该认为《圣经》支持一种天文学

而排斥另一种天文学，也不应该为使《圣经》适合科学最终会证明的任何事物而重新解释《圣经》。正如伽利略晚年在他的《对话》中所说的：

“请各位神学家注意，在你们企图把关于太阳不动和地球不动的命题看成是关系到信仰的问题时，这就存在着一种危险，即总有一天你们会把那些声称地球不动而太阳在改变位置的人判为异端；我是说，终究会有一天在物理上或在逻辑上证明：地球在运动，而太阳则是静止的。”

当然伽利略《致克里斯蒂娜的信》不是直接写给神学家们的，不过信是打算给他们看的。伽利略作为外行直接写信给神学家，对他们所专长的事情提出劝告是不合适的。伽利略确信，要引起注意的方式是以手稿形式传播他自己的观点。他想去罗马，在那里他可以向友善的官员们讲清楚。促使他去罗马的另一个原因是，因为卡西尼一直或明或暗地怀疑伽利略控告

了他，致使他一直受到宗教法庭的审查，所以伽利略想澄清他对此没有任何责任。就人们所知，伽利略在1615年底重要的罗马之行中，在许多集会上强调哥白尼天文学的价值，但那似乎不是他去罗马的主要目的。即使公众认为或被告知哥白尼天文学是真理，这对神学家审议伽利略的问题也不会有多大影响。

托斯康驻罗马大使警告科西默大公说，教皇保罗五世对各种各样的知识分子皆怀有敌意，致使他们已经学会了隐瞒他们自己的观点：他说：“这不是来罗马辩论月球的时候”。然而，科西默还是同意伽利略去罗马，并在托斯康使馆为他提供了住处。

大使对教皇保罗五世的描述大致反映了当时在罗马的知识分子中普遍存在的恐惧心理，这是有原因的。天主教徒和新教徒的一个主要争论焦点是能否自由地解释《圣经》，这意味着天主教徒对《圣经》所做的任何新的解释都能使新教徒抓住把柄：如果《圣经》的某一观点可以重新解释，那么为什么整个《圣经》不能重新解释呢？教皇对多明我会会员与耶稣会会士就某些自由问题的争论依然记忆犹新，他不得不在1607年采取行动，阻止这两个教派成员之间互相指责对方为异端的争吵。从这些事件中可以看出，保罗五世即使不是生来就对知识分子反感，也是在后天形成了一种压制任何知识上的争论的习惯，因为这些争

论可能会使天主教会中各种教派林立，并成为新教徒加剧争端的根源。

在罗马，伽利略在各种场合对各种团体宣讲他的天文学观点，反对亚里士多德的宇宙学说。他在帕多瓦的旧友奎伦格曾在信中提到，虽然伽利略没有赢得多少人信服他的观点，但他却完全驳倒了他的对手的观点。然而伽利略发现他很难与一些教会官员讨论神学问题，不得不通过中间人与他们交涉。1616年初，他依据地球的运动写了一本详细论述潮汐理论的书，把它献给了亚历山大里亚红衣主教奥西尼。但当奥西尼去见教皇时，教皇却要他劝告伽利略不要再发表言论，免得完全受教皇控制的罗马天主教宗教法庭对他开庭问罪。

教皇询问了贝拉明红衣主教，贝拉明建议把有争议的命题交给专职裁判的神职人员去裁决。按照他们的诉讼规则，伽利略接到了通知。按当时所用的程序，伽利略提交的两个命题和裁决者的意见是：

伽利略：太阳是宇宙的中心，纹丝不动。

驳：大家一致认为，根据《圣经》经文和神父、神学博士的一般解释，这个命题在哲学上是愚蠢和荒谬的。它在许多地方与《圣经》所表达的意见相抵触，因此在形式上是异端。

伽利略：地球既不是宇宙的中心，也不是不动的，

而是做整体和周日运动的。

驳：大家一致认为，这个命题在哲学上也是愚蠢和荒谬的，考虑到神学的真实性，它至少在信仰上是错误的。

有趣的是，对以上两个命题都是作为哲学命题予以驳斥的。更有趣的是使用了短语“愚蠢和荒谬的”，而不是“假的”，也丝毫未提到天文学。他们可能认为天文学是受哲学家支配的。如果征求一下天文学家陪审员的意见，毫无疑问他们会支持裁决者，可以想象当时的多数天文学家陪审员对谴责伽利略是会投赞成票的。然而如果判决者是在征求了天文学家陪审员的意见之后才提出这样的谴责的话，那么今天的历史学家对于所做出的裁决就会责备天文学家而不是神学家了。

奇怪的是，对于这个反对在天文学中有科学见解自由的裁决，历史学家宁愿把它归罪于神学家而不愿归罪于哲学家。然而这正是哲学家怂恿神学家加以干涉的，他们相信神学家会站在他们一边。从伽利略当时的信件中可以看出，他相信宗教法庭不会偏袒任何一方；还相信为教会前途着想的神学家也会拒绝在关于信仰的文章中拉扯有争议的天文学问题。解释《圣经》的责任由神学家推给了哲学家使伽利略大吃一惊。伽利略预料到一般人，甚至于一些教士会用《圣经》

中的词句来支持亚里士多德的宇宙学，但教会官方会接受这样的观点却是伽利略没有预料到的。他在后来的《对话》的底稿中加了这样一些注释：

“论引入新鲜事问题。

“想要使上帝自由创造的心灵屈从于他人的意志，就会生出最严重的丑闻，对于这一点难道有人怀疑吗？

“竟想要使人们否认自己的感觉而臣服于别人的统治：

“竟允许那些对科学毫无所知的人去判决那些懂得科学的人，因此他们就凭借着给予他们的权威独断专行，这些就是能毁邦灭国的新鲜事。”

这些话是伽利略在数年以后写下的，但却代表了他对所发生的事件的看法，保守派教授们喜欢用革新这个罪名反对伽利略，对他们来说诅咒别人是件新鲜事。伽利略注释中的“他人”是指亚里士多德学派，“别人”是指亚里士多德本人，因为伽利略在《对话》中谈到奴役的时候就曾用过同样的语言。神学家把权力转让给哲学家，对伽利略来说，这似乎是一个创新，是一个能毁掉好政府的创新。虽然文中没有指明邦和国代表什么，但在伽利略心目中它们无疑是代表教会，尽管他自己不敢把如此使人惊骇的预见写在纸上。

值得注意的是，裁决者并没有简单地把“认为太

阳不动是愚蠢的和荒谬的”或者把“一致认为太阳是动的”观点作为谴责伽利略的理由。否则他们自己就要负全部责任。需要让他们裁决的问题并不是判断某些谈话是否愚蠢，而是要判断关于天文学的某种提法是否与《圣经》冲突。这必然要产生一个问题，有关的《圣经》章节究竟是讲比喻呢，还是试图要讲述天文学上的真理？裁决者把这个问题诉诸哲学来裁定，就是把《圣经》对事物解释的权力交给了哲学，而本来这些事物是可以由科学来解释的。无论是圣奥古斯丁还是阿奎那，肯定会说《圣经》的本意是支持那些被大自然证明了的天文学假说的，而不管天文学家们争执与否。这正是伽利略希望主事的神学家说的话，但他们反而说，《圣经》支持流行的哲学学派。

1616年2月24日，在宗教派法庭红衣主教的每周例会上宣读了裁决者的审理报告，然后教皇要求贝拉明告知伽利略，不可再坚持被谴责了的命题或为它辩护。如果伽利略无视劝告，那么宗教法庭的首席代表将当着公证人和见证人的面命令他不得坚持、辩护或“讲授”这些命题，免得宗教法庭加罪于他。这个双重命令的意图是显而易见的，如果伽利略无条件地服从，就不会下达给“个人的命令”，它要比官方公布的给所有天主教徒的一般指令严厉得多。

后来发生的每一件事都与“讲授”一词分不开。

如果下令不许伽利略以任何方式讲授哥白尼体系，那他必定连说都不能说。如果他没有接到这样的命令，那么他仍可以像其他天主教徒一样自由讨论哥白尼体系，只要他不把它当成真理去坚持或为它辩护，而只是把它作为纯粹的天文学假说。人们将会看到，伽利略最终受审，仅仅是因为“讲授”这个词，而他所做的全部辩护都旨在证明他并没有违反任何给他个人的命令。

对伽利略与宗教法庭代表会见的详情，说法不一，已经争论了一个多世纪，分歧的根源要追溯到与后来对伽利略的诉讼有密切关系的两份文件。第一份由公证人起草，或由公证人执笔，但没有签字，记录了在贝拉明红衣主教家的一次开会经过。会上主教告诉伽利略，教会反对地球运动而太阳静止的说法，因此不得坚持或为它辩护；接着法庭代表以教皇的名义宣布，对于所提到的那些命题，禁止伽利略以任何方式——不论是口头上还是书面上坚持、辩护和讲授。第二份文件是贝拉明主教为伽利略作保的保证书，贝拉明在保证书中只提到两条被谴责的命题，并要伽利略不要再坚持或为之辩护。

伽利略的拥护者断定第一份材料是伪造的，而支持教会的人则提出，贝拉明的保证书中尽是一些模棱两可的话，旨在维护伽利略与任用他的托斯康统治者的

关系。鉴于宗教法庭的记录不会被篡改，贝拉明也根本不可能撒谎，可能的话，我们应该把这两份文件都看作是真实的。从伽利略在后来的审判中未加任何解释的陈述看来，事件的经过大体如下：

1616年2月26日早晨，贝拉明红衣主教派了两名捕役到伽利略住处传唤伽利略。宗教法庭代表和一位公证人，以及一些多明我会神父不请自来，他们怕宽宏大度的耶稣会会士对伽利略的申辩宽大为怀。红衣主教对此很是气愤，但又不能把他们轰走，他习惯于手执礼帽在门口恭候每一位来客。据悉伽利略在未见到众人之前，主教曾向他说了些什么。可能贝拉明红衣主教告诉伽利略，希望他不要反驳对他提出的任何问题。对伽利略来说，有这一句话就够了，因为他习惯同红衣主教们打交道，知道得体行事。

与众人见面之后，贝拉明主教坐下来向伽利略宣读了官方决定。宗教法庭代表已看到他对伽利略说了些什么，猜到 he 已告诉伽利略不要开口反驳，这位代表一扫先前的拘束，不给伽利略回答的时间，就以教皇的名义，甚至用比教皇还强硬的语气，向伽利略宣布了禁令。

贝拉明把伽利略送到门口，请他在回佛罗伦萨前再来一趟。随后私下指责那位代表违反教皇意旨行事。他在这种情况下不可能在公证人的记录上签字，他还

会告诉伽利略，只要记住主教的合法命令就行了，其他的事权当从未发生过，而且告诫他只要严格按照这个命令行事，教皇就不会加罪于他。

在下一次宗教法庭的红衣主教会议上，贝拉明报告说，已把教皇的决定转告了伽利略，伽利略默从了。那位代表也出席了这次会议，由会议记录得知他没有再说什么。3月5日，教会发布了一条教令，凡是认为地球运动而太阳静止是真实的，或认为这种观点与《圣经》不相矛盾的著作皆列入《禁书目录》。福斯卡里尼的书当然属被禁之列，而哥白尼的书和一本评注《圣经》“约伯记”的书则悬而未决，等待修正。这意味着只要把那些认为那种观点与《圣经》不矛盾的段落或不是把哥白尼假说只当成假说的段落删去就可以了。

不久，贝拉明再次与伽利略谈话，并把有关的真实情况告诉了教皇。几天之内，伽利略完全了解了《论革命》一书要做哪些修改，这本书直到1620年才出版。他还被允许谒见教皇，他从教皇那里得知，教会了解他的敌人的阴谋和他自己的真诚行为。并让他放心，只要教皇保罗五世还活着，他就不会遇到麻烦。

伽利略从比萨和威尼斯的朋友们的信中知道，有谣传说他已受到处罚，不得不放弃哥白尼学说。5月

他把这些信拿给贝拉明看，想得到某些实在的证据，以使任用他的人相信这种传言是假的。贝拉明主教给他写了份保证书，随后伽利略返回了佛罗伦萨。

伽利略做到了对哥白尼学说保持沉默，他把自己的注意力转移到其他事情上，他做的第一件事是有实用价值的。当他于1612年发现木卫蚀时，他偶然想到一个用他的发现来更精确地测定经度的计划，长期以来一直是用日月蚀来测定经度的。他的发现向他提示了一种方法，木星作为一种天上的钟，以它的卫星为指针，海船由此就能确定自己所处的经度。这项计划由托斯康大使呈报给西班牙政府，但西班牙政府并不感兴趣。这时伽利略着手完善他的卫星运动表，此表在1617年达到了相当高的精度。他测定经度的设想一直未被西班牙政府采纳，但在他去世前不久，荷兰政府却为此付给他一笔数目可观的酬金。

伽利略的下一步工作是继续他在帕金瓦时所从事的有关运动的研究，他打算写完搁置已久的论文。但1618年秋天他正要着手工作时，天上出现了三颗彗星，引起了广泛的注意。有人就此询问了伽利略的看法。同时出了大量关于彗星的书，其中一本代表了罗马耶稣会学院数学家的意见，书的匿名作者是格拉西。

在伽利略写有关运动的论文时给予帮助的吉丢西

不久前被选为佛罗伦萨学院院长，他需要找一个就职演说的题目，在与朋友商议之后，他决定以伽利略的观点论述彗星。他的部分讲演稿后来被印成了书，其中部分章节在两个问题上批驳了耶稣会会士的观点。第一，格拉西坚持第谷的观点，认为彗星是一种类行星，在某个行星的轨道上产生和毁灭。伽利略如同开普勒一样，认识到彗星的可见路径更近于一条直线，而不是圆。遭到批驳的耶稣会会士的另一个观点认为，望远镜的放大特性造成了假象。吉丢西的批驳激怒了耶稣会会士，他们把这当成是伽利略的批驳。格拉西用萨西这个笔名发表文章直接对伽利略进行猛烈攻击，竟然谴责伽利略在解释彗星路径弯曲时暗地里支持了哥白尼学说。

罗马林赛学会的会员极力鼓励伽利略予以回击。这回伽利略无所顾忌了，因为亚里士多德学派并不认为彗星是天上的星体，哥白尼也不曾提到彗星。伽利略在1623年出版的《试金者》一书中给出了科学推理的基本要点，与自然哲学家所擅长的烦琐逻辑的诡辩形成对比。书中有些段落很精彩，但经常被人断章取义。他在《发现与见解》中说：

“我似乎领悟出，萨西固守这样的信念，即认为人们在哲学思考中必须以某个名人的观点为根据，好像我们的头脑要是放弃了某个人的推理就完全是一片

空白。大概他认为哲学是由某个作者虚构出来的诸如《伊利亚特》或《疯狂的奥兰多》这样一些故事，在这些故事中最无关紧要的就是情节是否真实。唔，萨西，事情并不是这样的，哲学被写在宇宙这本大书中，正一页一页向我们展开。但我们只有先学懂它的语言，认识组成语言的字母，才能读懂这本书。这本书是用数学的语言写成的，它的字母就是三角形、圆和其他几何图形，没有这些字母，人类就不能懂得书里的任何一个单词；没有这些字母，人类只能迷失在黑暗的迷宫中。”

人们常说，这最后一句意味着伽利略像柏拉图一样，关注的不是大自然，而是在大自然之后或之上的完美的数学世界。但伽利略在这里所说的数学是作为一种理解自然的必要语言，而不是目的本身。而数学的规律性完全不同，他在《发现与见解》中又说：

“哲学家为做出适当回答，不得已而采用的诸如‘同情’、‘憎恶’、‘超然’、‘感化’和其他术语这等于说：‘我不知道’。但哲学家的回答更容易被人接受，就像正直诚实比欺诈虚伪更美好一样。”

在其他章节中，伽利略区分了感觉与物质的外在性质：

“我认为就所涉及的东西而言，我们从中得到的味道、气味、颜色等等，不过是纯粹的名称，它们只

存在于意识之中。如果生物不复存在，那么所有这些性质就会消灭。”

有人说，就好像把红颜色从呈现红色的物体中取出来一样，伽利略把人性从科学中分离出来，尽管可以同样准确地说，他对感觉和意识有特殊的兴趣。他的目的是要打破语录具有某种能力的观念，这种能力是哲学家们赋予的：

“既然他们的意见和话语具有使他们命名的事物存在的能力，那么我倒要请他们帮个忙，把我家里一大堆废铜烂铁命名为‘黄金’。”

区分感觉和外在的物理现象后来成为洛克经验哲学的重要组成部分，它通常称为第一性质与第二性质的分离。无论是这专门的术语还是经验哲学的观点都不属于伽利略，尽管有人根据从《试金者》中找出的词句把它们置于伽利略的名下。其实这种基本思想源远流长，至少可以追溯到卢克莱修，它甚至与古希腊原子论有些关系。就笛卡儿和洛克以后的哲学争论所用术语的含义而言，伽利略既不是一个经验论者，也不是一个唯物论者。他的科学同时要求可感知的经验和必要的证明：他既没有把深一层次的“实在”归于其中任何一方，也不认为感觉是非存在，或次于外在的物理现象。他确实希望区分本质不同的、通常被哲学家搞乱了的事物。

林赛学会正要在罗马出版《试金者》一书时，恰逢 M. 巴贝里尼成为教皇乌尔班八世。由于他是佛罗伦萨人，并且是个知识分子和伽利略的赞赏者，林赛学会决定将新书献给他。伽利略于 1624 年访问了罗马，表达了他对乌尔班的敬意，这时有几件事导致了他开始写另一本书。一位德国红衣主教告诉教皇，1616 年的法令已使教会失去了一些本可皈依天主的人。这位新教皇说，如果他当时在位，是不会发布那个法令的。伽利略把他的潮汐理论的梗概讲给乌尔班听，伽利略早就想出版这本书，但无奈书是以哥白尼地动说为基础的。如果严格执行法令，那么意大利就会失去在科学上的领先地位。在这次访问期间，伽利略被允许六次谒见教皇，他似乎获准出版他的关于潮汐理论的书，只要清楚说明地球运动仅作为假说应用，无法由地上的实验或天上的观察所证实。这样就不必废除法令——乌尔班也不会这样做，教会、意大利科学的领先地位和伽利略本人的兴趣可以三者兼顾。

当伽利略满怀着对教皇的新生之情和友好情义离开罗马时，表明已经就此取得了谅解。但是他不曾提到 1616 年的事件，因为贝拉明红衣主教已告诉过他，就权当那件事从未发生过。

第三章 面对宗教法庭与晚年

1624年至1630年，伽利略一直时断时续地写他的著作，就在即将完成时，他得到命令，书名不能定为“关于潮汐的对话”，因为这强调了地球运动的物理学论证。从传统天文学的观点看来，这个命令是合乎常理的，因为传统观点把行星运动仅仅当作假说，而完全不考虑物理学上的原因，所以伽利略就把书名改为《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》。

此书采用对话形式出于多种原因。其中之一是因为在16世纪对话体裁的书已被广泛用来教育民众。最早出现的老师和学生的谈话多是笨拙的问答教学对话，因而伽利略在对话中实际写了两位专家在争取无偏见的第三位参与者的支持。采用对话形式的另一个原因是，作者可以不对那些要遭到反对的观点承担责任。《对话》中的一位代言人主要代表伽利略，而在他自己想要发表个人意见或愿对某些事情负责的时候，他则以“我们的朋友”、“院士”或类似的面目出现。

伽利略以萨尔维阿蒂为他的主要代言人，萨尔维阿蒂本人在1614年访问西班牙时突然去世。亚里

士多德学派的专家名叫辛普利邱，这是一位古希腊著名的亚里士多德著作注释者。辛普利邱的论点是克雷蒙尼尼和科洛姆的论点的再现。风趣的第三者由沙格列陀充当，他本人在1620年就去世了，据说他是伽利略在威尼斯的挚友，伽利略生动地再现了他的思想和风貌。

对话分作四天进行，对话者们专门探讨新旧天文学的优劣。第一天以讨论亚里士多德对天上物质和元素物质的分类以及与它们相关的运动来拉开序幕。以逻辑学和自亚里士多德以来的新天文学知识为武器，批判了自然哲学的基本原则。在逻辑上指责亚里士多德常常把有待证明的东西接受下来，并且作了一些未被承认的和不合理的假设。关于所讨论的新发现主要是月球表面的地貌及其山脉和火山口光照的连续变化。

第二天主要证明，没有任何证据足以反驳地球自转的假说。伽利略以运动的相对性和运动的守恒性为主要武器，主要依据物理学而不是天文学的论据。

第三天谈到地球太阳的公转，当然还谈到有关地球自转和地球公转的某些现象。涉及公转的一个现象是一年中太阳黑子路径的环形变化，这用哥白尼的两种运动假说不难解释，但如果把所有这些运动都归于太阳，解释起来就太费劲了，而且在动力学上也说不通。伽利略以这点作为论据激怒了沙伊纳。

伽利略在把哥白尼体系揭示给读者时，他不仅没有提到开普勒提出的行星椭圆轨道，而且甚至把哥白尼的天文学也过于简单化，把太阳放在好像是所有行星轨道的中心点。这招来不少现代学者的批评，他们忽视了《对话》的目的，说伽利略仿佛要把它当成天文学课本。伽利略的目的是要批倒反对地球运动的思想，以使用地动说来解释潮汐。实际上1616年的敕令是禁止他讨论这些运动的，除非他把这些运动看作假说；他竭尽全力只是想说明这一点：为证明地球静止而提出的一切论据纯属枉然。伽利略认为第三天对地球绕日公转的论述为天文学家提供了一个简略的大纲，要说明这一点无须进一步研究技术细节，只需哥白尼书中的第一个图解就足够了。

至于开普勒的椭圆轨道确实是现代天文学的真正开端，但是引起了许多误解。虽然椭圆率是寻求行星运动的数学定律的关键，但是它是非常小的。取一个近似的绕日圆形轨道就能很好适合一般性讨论，他在《对话》中避而不谈开普勒的椭圆轨道，尽管开普勒并不是一个著作已被列入《禁书目录》的德国新教徒，尽管他的天文学实际上并不是不可能向伽利略时代的一般读者阐释。

在第四天，伽利略讨论了潮汐。他开门见山地说，在绝对不动的地球上，除了祈求发生奇迹，再没有别

的办法解释大海的周而复始的宏大运动。这一点是正确的，因为任何对潮汐的科学解释都必须考虑地球的运动。因此，尽管伽利略的潮汐理论没有什么价值，但他却指明，这一众所周知的，常见的物理现象确实需要用新的天文学来解释。这绝不是脑袋一热就能想出来的，而伽利略从大海的运动中推出来的，尽管根据后来的物理学，只考虑地球的运动不足以说明人们在实际中所看到的像潮汐那样的现象。

绝大多数的著作对伽利略的潮汐理论都作了非常错误的，近乎荒谬的陈述。伽利略提出潮汐的两个基本原因，一个为说明海洋的连续扰动，另一个为了解释地中海潮汐的周期性，后者不能从连续扰动的周期中推导出来。后来人们常常忽略这两者中的一个方面，由一个原因推出另外一个原因，伽利略本人认为这是无法做到的。然后由错误的推论断言，由于伽利略对哥白尼学说的狂热，使他犯了一个愚蠢的错误。伽利略的潮汐理论虽然是错误的，但却是科学的，与之截然不同的牛顿和拉普拉斯的潮汐理论也如此；而合理的正确理论直到上一世纪才建立起来。

要得到出版《对话》的许可真可谓困难重重，而在罗马当局准许出版后不久，萨西王子却突然去世，打算出版《对话》的林赛学会也随之解散。后来得到第二次许可，准予在佛罗伦萨出版，《对话》便于

1632年3月在那里问世。这时发生了一场鼠疫，使样本没能及时送往罗马。

这年8月，罗马宗教法庭突然下令停止售书，伽利略也被传受审。科西默虽已去世，但年轻的费迪南德大公强烈抗议如此对待这位已获准出书的作者。这已无济于事，乌尔班八世心如铁石，气冲牛斗，即使伽利略身患重病也不能多耽搁，尽管给伽利略看病的医生们向佛罗伦萨宗教法庭申明伽利略去罗马会有生命危险。当时正值严冬，因鼠疫流行，沿途设置了层层检疫关卡，但年近七旬的伽利略还是被传告即赴罗马，否则要拘拿到庭，并且要付捕役们的盘费。

原来是有人给乌尔班八世看了1616年的那份未签字的公证人记录。教皇没有理由不相信这份文件，由于伽利略从未告诉过教皇还有禁止他讨论哥白尼学说的禁令，因而这在教皇看来似乎是违背法令的举动。不知是谁挖出了这份早应销毁的毫无法律价值的文件。罗马人认为沙伊纳对此负有责任，这是可能的。沙伊纳在1630年出版了一部论述太阳黑子的巨著，书中在有关太阳黑子周年路径的细节上激烈地攻击了伽利略。他认为伽利略在《对话》第三天所用的论据取自他的书，用来支持哥白尼，但实际上伽利略在看到他的书之前就已获准出版《对话》。沙伊纳1624年移居罗马，使他有可能会煽动罗马宗教法庭。总之，

这份有文字记录的文件使教皇相信伽利略有意欺骗他。

伽利略于1633年2月到达罗马，投宿于很友好的新任托斯康大使的住所。大使把事情原委详细告诉了伽利略，使他知道了问题出自1616年在贝拉明住所召开的会议。大使深知教皇正在盛怒之下，而伽利略对结局沉着自信使这位大使感到吃惊。除了伽利略无论是大使还是其他活着的人都不知道贝拉明的保证书。

直到3月12日，审判才开始。在向伽利略询问了一连串有关《对话》的写作、获准出版、印刷等问题之后，法庭又提出了1616年裁决者的裁定。并且问伽利略是谁把决定告诉他的，伽利略回答说：

“1616年2月，贝拉明红衣主教告诉我，由于哥白尼的观点完全与《圣经》相抵触，因而不能坚持，也不能为它辩护，但可以把它作为假说。对此我有贝拉明主教在1616年5月26日写的保证书为凭证，……我呈上这份保证书的副本……原本我也带来了，这完全是贝拉明主教的亲笔。”

此文收在《伽利略的科学生涯》中。检查官验证了这件物证，然后问当时是否还有其他人 在场，是否还有人给了他其他的命令书之类的东西。伽利略说有一些他不认识的多明我会神父在场，他接着说：

“据我回忆，当时情况是这样的：一天早晨，贝

拉明主教派人来找我，告诉我一些细节，我很希望当着诸位的面把这些说给教皇陛下听；最后他告诉我，不能坚持哥白尼的观点，或为他的观点辩护，因为它违背《圣经》。至于那些多明我会神父，我已记不得他们是一开始就在那里，还是后来才到场的；我也不记得在主教告诉我不能坚持哥白尼观点时，他们是否在场。也可能有某个人警告过我不可坚持哥白尼的观点或为其辩护，但我记不得了，因为这是许多年以前的事情。”

然后检查官向伽利略宣读了那份命令书，其中包括“也不许以任何方式讲授”的话。伽利略没有让步，说他只记得有贝拉明的劝告，并且他一直按照保证书行事——保证书中说他“只知道由目录公理会出版的教皇陛下发布的宣言”，即地球运动“与《圣经》抵触，因而不能坚持这种说法，也不能为它辩护。”

自然，法庭要求伽利略拿出贝拉明亲笔签署的原件，他照办了。宗教法庭据以加罪伽利略的是一份未经签署的会议记录，因此就所提出的唯一实质性的问题来说，按最佳证据原则伽利略已经胜诉。审判中没有提出任何有关科学的问题；罪名只是“具有重大异端嫌疑”。只要违背了官方命令就足以加上这个罪名，而不管是否有过异端言行。

释放伽利略有损于罗马宗教法庭的名誉和权威，

因此宗教法庭私下安排要伽利略承认做了一些错事，并且不要为自己辩护。如果接受这样的条件，他可以获得宽大处理。伽利略书面承认，在读了自己的《对话》之后，发现其中某些地方过于偏激；然后他辩解说，任何人都会夸大自己的论点，他否认有任何不良意图。他一直期望能被从轻判处，但却被判为终身监禁，他完全崩溃了。

审判结束后，伽利略在罗马滞留期间，就邀拜访了锡耶纳的大主教皮可罗米尼。托斯康大使设法使对伽利略的判决减轻为由这位大主教监护，大主教的仁爱和理解拯救了伽利略的生命和神智，他使伽利略重新将精力用于科学，鼓励他开始写计划已久的关于运动的论文。大主教是通过自己的数学老师卡瓦列利得知伽利略这项计划的，因为卡瓦列利是卡斯特利的学生，也是伽利略的好友。

伽利略的大女儿弗吉尼亚 1616 年进入阿圣翠的圣芳济会女修道院，取名为修女玛丽亚·塞莱斯特。伽利略非常爱他的女儿，不过他不能像他们父女二人所希望的那样常去修道院。伽利略那时住在贝罗斯那多，离阿圣翠相当远。体弱多病使他不便于长途跋涉，再加上他的女儿无力照顾他，也使他十分忧伤。1631 年他曾在阿圣翠得到一所紧邻修道院的别墅，现在他很想回那里去。从他女儿的信中可以看出，她是

一位聪明敏感的女人，即使在审判期间她也从未动摇过对父亲和宗教的忠诚。虽然那时她在修道院的境遇也很艰难，但显然其他修女还是从她那里分享到了她父亲在罗马免受监禁所带来的喜悦。女儿的来信使伽利略回去的愿望更为迫切。他女儿在信中写道：

“ 鸽房里的两只鸽子等您回来享用，园子里的蚕豆等您回来采摘，您的塔楼因您积久不归而悲伤。您在罗马时，我心里说：要是您在锡耶纳该多好！而现在您在锡耶纳了，可我又想：您要是在阿圣翠多好啊！但愿上帝赐福给我们。”

1633年底，伽利略终于获准回到他的别墅，在宗教法庭官员的监视之下，他在那里渡过了余生之年。

伽利略回到别墅后不久，就患了严重的疝气病，他要求罗马当局允许他去佛罗伦萨就医，但被拒绝。正是在这一天，他最后一次见到在修道院里身患重病的女儿。他的女儿在1634年4月2日死去，这给伽利略又一次打击，使他很久才恢复过来。曾有一度他甚至不想康复。4月底，他给他的朋友写信说：

“ 我没有及时写信告诉你关于我的健康状况，身体的确很差了。疝气日渐严重；时常心率过速；极度忧伤使食欲不振；我怨恨自己，爱女的声音不断在召唤我；……再加上严重的失眠折磨着我。……现在，

我已无心写作，整天精神恍惚，甚至忘记了给朋友们回信。”

伽利略刚到锡耶纳时曾写信给他的女儿修女塞莱斯特，信中谈到，在受到教会的谴责之后，他深感他的名字已从世人的辞典中消失了。他写给女儿的信没有保存下来，但他女儿给他的回信保存下来了。信中却清楚地写道：

“不要说你的名字已从世人的辞典中勾销了，因为事实并非如此。你的名字无论是在你的祖国，还是在世界其他国家都是不可磨灭的。而且在我看来，不久你就会享有更高的声誉，这似乎是很奇怪的，因为据我所知，还没有一个人在他的祖国被视为先知。”

他的女儿的溢美之词本来只是在修道院里对伽利略在罗马免受牢狱之苦表示喜悦和安慰，然而，这却成了预言。因为在1634年，伽利略的《力学》一书由米尼会修士默森译成法文，而该书的意大利原文版很久以后才得以出版。翌年，给他带来厄运的《对话》由伯耐格在法国的斯特拉斯堡译成拉丁文出版，从而成为世界性的著作，远比被查禁的意大利文原著赢得多很多的读者。1636年，以手抄本形式传播的伽利略《致克里斯蒂娜的信》与其拉丁文译本一道出版，使伽利略的见解——即《圣经》的词句是否应掺进纯物理学——公诸于全欧。它的拉丁文译本的标

题明确指出这些物理学问题是“可以由感觉经验和必要证明来证实的”这样，伽利略对这门应免除神学审查的科学所下的精确定义被明晰地提出来，以供欧洲学者们思考。该译本的译者是狄奥达提，他在巴黎长期与伽利略通信，出版者是荷兰的埃勒威尔家族。

曾出现过几本攻击《对话》的书，伽利略对此不能作公开答复。有一本是威尼斯的一位顽固的亚里士多德主义者罗科写的，他先把伽利略的旁注抄下来，然后在后面写出长达数页的反驳和评论。他送了几本给瑟威特会修士麦肯齐欧。麦肯齐欧曾是萨比的助手，1623年萨比死后继任威尼斯政府的神学顾问。他在帕多瓦的时候曾是伽利略的朋友和赞美者，从那时起一直同伽利略保持通信联系，并给予伽利略许多宝贵的帮助。麦肯齐欧给伽利略写信说：

“我只把你的《对话》和罗科的书带到我的别墅。我高兴地读了这两本书，我陷入冥想之中，似乎我看到的是小丑在模仿杂技演员。……我再也不能忍受思辨物理学了：对我来说，像你那样去重新考查亚里士多德的原理，似乎我会发现它们统统化为乌有了。”

伽利略对许多在数学上极为重要的题目者作注释，罗科的书也是其中之一，在他1610年移居佛罗伦萨之前，曾据此写了一篇论文，论文的主题是连续性问题，后来微积分的发明解决了这个问题。伽利略对

连续性的几何分析终使他在1608年弄懂了自由落体的匀加速度，随后他又将类似的分析运用于物质结构，在他的最后的、也是最伟大的一部科学著作的开始部分可以看到这种分析，他在锡耶纳时就已经开始动笔写这部著作，取名为《两门新科学》，1638年在莱登由埃勒威尔家族的一名成员出版，这个人当时已经成立了他自己的公司。伽利略从1634年至1637年一直在写这部书，它包括物理学基础领域中的两个独立课题，即物质结构和运动定律。每一课题作为对话人两天的谈话内容，这些人还是《对话》中的那些人物，伽利略巧妙地把这两个问题结合在一起，开头讨论物质结构和物体阻力，为最后分析运动先奠定了数学和物理学基础。

书的前半部于1635年年中脱稿，伽利略采纳了一位美第奇王子的建议，把这部分手稿的副本送给了佛罗伦萨的一位工程师，这位工程师正要去德国为神圣罗马帝国皇帝服务。这样做的目的是要尽可能找到一个不曾听到过罗马教庭裁决的出版商，因为裁决规定，任何时候都不得出版或再版伽利略的著作或由他编辑的著作。麦肯齐曾向威尼斯的宗教审查官申请出版伽利略的一本与神学毫不相干的新书，审查官把禁令告诉了麦肯齐，麦肯齐抗议说，这是不可能的，假如伽利略想要编一本“祈祷文”也要被禁止

吗？审查官严肃地把禁令拿给他看，此令确实禁止出版伽利略的任何著作，无论是过去写的还是新编著的都不例外。当麦肯齐欧把这一切写信告诉伽利略时，伽利略这才意识到问题的严重性。

那位工程师为寻找出版商在德国和波兰奔波数月，但各地的耶稣会士都留心不涉入伽利略事件。具有讽刺意味的是，最终找到的唯一愿意出版此书的竟是一位家有印刷机的红衣主教，但他还未开始工作就去世了。这时，狄奥达提建议让伽利略去问一下埃勒威尔家族，他们曾出版了伽利略的《致克里斯蒂娜的信》及其拉丁文译本和《对话》的拉丁文译本。此时还有一位法国数学家请伽利略把手稿给他，明确表示他可以找到一位法国出版商，后来，正在经营自己的印刷公司的路易斯·埃勒威尔在意大利的阿圣翠拜访了伽利略，同意出版此书。在他离开意大利之前，通过在威尼斯的麦肯齐欧取得一部分手稿，其余手稿由麦肯齐欧分期送给这位莱登的印刷商。至于说伽利略走私手稿，逃脱了监视他的宗教法庭常驻代表的防范这个戏剧性的故事纯属虚构出来的。事实上，从知之不多的材料看，似乎那些代表在与伽利略的共处中逐渐对他产生了好感，通常只是“敷衍了事”地审查和上报来阿圣翠拜访伽利略的客人。

从物理学角度看，《对话》还是饶有趣味的，尽

管人们阅读它可能大都出于它对天文学体系的讨论和作为禁书而出名。1634年托马斯·霍布斯在拜访伽利略时肯定地说，《对话》已被译成英文。但却未见出版，可能是因为伯耐格译的拉丁文版本适用于英国以及其他国家对它感兴趣的学者。1666年牛顿在首次考虑万有引力的可能性时读到的是后来于1661年出版的另一个加了注释的英译本。伽利略的自由落体定律编入了《对话》，不过只是一带而过，留待以后进一步阐述，这本书中的物理学方面的其他重要内容还包括后来由惠更斯作了重要发展的运动相对性原理，以及由笛卡儿作了引伸、并由牛顿作为惯性定律确定下来的运动守恒观念。伽利略当时还不能充分相信这些原理和观念的科学合理性。但所有这一切尽管很丰富，并没有阐明伽利略物理学的主体，或者说，没有像《两门新科学》那样系统地阐述这一主题。

两门科学中的第一门确实是崭新的。在伽利略以前还没有人讨论过物质结构或提出过材料断裂强度理论。当然，工程师和建筑师在工作中积累了大量实际知识，但这在亚里士多德看来只是技艺。伽利略还在其他著作中阐明了这种实际知识与实用科学的差异。伽利略首先从杠杆定律和固体各部分内聚力均匀分布的假设入手，提出一系列定理，从而把人们已经掌握的知识系统化，并由数学演绎法进一步得出许多结论。

他的一个很有趣味的发现是，以相同材料、相同比例构成的任何物体，其大小都有一定限度。他在《两门新科学》中说：“大自然不可能造就出高不可测的大树，因为树枝因自身的重量总会下落：同样，具有骨骼的人、马，以及其他动物生长到极大高度时，要想生存和协调行动也是不可能的。……其次，当动物的躯体变小时，其力量却不会按比例相应减小：相反地，躯体很小的动物其力量却按较大的比例增长。因而我相信，小狗可以驮载两三只与自身同样大小的狗，而一匹马却未必能驮载哪怕是一匹与它同样大小的马。”

而“水生动物与陆地动物的情形相反，陆地动物是由骨骼来支撑肌肉和骨骼自身重量的；水生动物却由肌肉来支撑骨骼和肌肉自身的重量。这就是何以有庞大的水生动物，却不会在陆地或空中出现庞然大物的奥秘。”

这是一个实用科学与实际知识相对照的实例。伽利略主要感兴趣的是将既有的知识系统化，以便由此演绎出更进一步的知识；而他人则寻找原理，然后由原理合乎逻辑地推出全部理论。伽利略从事的研究工作需要耗费大量时间，即使他愿意，也无暇沉迷于哲学思辨中。到他创作最后一部著作时，他已对哲学思辨厌烦透了。使他得到科学发现的计算极为费时，从偶然保存下来的他的演算手稿可见这些计算足足有数

百页纸之多。只有付出这样的劳动，他才能掌握充分证据战胜传统的自然哲学信条。要充分掌握证据，其他人也必须做同样的工作，正像伽利略指出的，大多数人喜欢不切实际的夸口，伽利略提出的却是适度而致用的科学。

伽利略提出的第二门科学，从另外一种不同角度看，也是一门崭新的科学，正如他在书的引言所强调的那样。这是关于自然运动的科学，对于这一题目，如伽利略所说，人们已写了大量著作，但却丝毫没有注意到他所考察的运动的特征。亚里士多德曾把运动和变化作为全部物理学的基础，但却没有人提出自然下落物体加速运动的定律，也没有人承认，由运动的独立分量的合成能精确地描述抛射体的路径。伽利略在第三本对话中阐述了物体的加速运动问题；而抛射体的运动轨迹问题则归入第四本也是最后一本对话。他曾编写了第五本对话，论述冲击力，但因为对它感到不甚满意所以没有决定出版。

伽利略的自然运动科学与他关于材料强度的科学一样，也是一门实用科学。其中虽然包括许多只具有理论意义的定理，但其基础却是对物理学的许多实际问题作数学论述。伽利略曾小心翼翼地让他笔下的亚里士多德主义者辛普利邱反对水平面不是真正的平面以及空气阻力阻碍运动的观点。对这些观点，他不仅

借他的代言人之口表示赞同，而且还提到了其他一些不可能消除的因素。他在《两门新科学》中又说：“我承认从理论上证明的结论在实际中要有所改变。……但如果事无巨细地考虑在实际操作中的问题，那我们势必要在开始的时候就指责那些建筑师，他们以为用垂线就能建造塔壁平行的高塔，尽管垂线是交于地心的。”

技艺和理论知识相结合而构成的实用科学不仅为伽利略时代的哲学家所排斥，而且拓后来很长时间内也为其他一些人所反对。但是，从那时以来这二者之间的持续分离一直是为便于分析而虚构的，而从亚里士多德时代到伽利略时代这种分离却是历史的真相。

《两门新科学》付印时，伽利略已完全失明。在1638年，经过多次商谈并由佛罗伦萨的首席审查官做出种种保证之后，罗马方面才允许伽利略和他的儿子一道住在佛罗伦萨以便于就医，但禁止他与别人交谈。甚至在复活节前一周去教堂做礼拜的时候，伽利略也必须得到特许方能离开住处，并且不得与任何人交谈。对伽利略来说，丧失视力是一种特殊的折磨，因为他不仅再不能读书或写作，而且因为在他的一生中所具有的那种导致他做出物理学以及天文学发现的杰出才能再也不复存在了。他在《伽利略的私人生活》中感叹说：“唉！你们的朋友和仆人伽利略在最

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。”

1638年，一位青年学生维维安尼来与伽利略一起生活和学习，同时做伽利略的文书。几年后维维安尼写出了他的老师的第一部长篇传记，尽管其中有一些明显的错误，但由于伽利略在最后几年中向他诉说了自己的一些生活轶事，因而使这部书具有特殊的价值。

1640年，伽利略在美第奇王子列奥波德的请求下口述了一封长信，就利塞梯出版的一书中部分章节予以答复。利塞梯是帕多瓦大学的哲学教授，伽利略对他一向友好。利塞梯是一个以典型的亚里士多德学派的观点著书的多产作者，他的这本书用亚里士多德的传统观点解释彗星、新星、磷光石，以及科学家别有解释的所有事物。在讲座磷光现象时，他误引并攻击伽利略《对话》中关于新月发出的微光是由地球把阳光反射到月球上造成的观点。利塞梯听说了那封信，并要求得到一个副本以便就那封信发表反驳文章。伽利略同意了，不过他希望先修改一下，因为他并没有打算发表。特别值得注意的是，伽利略晚年表现出一种与亚里士多德调和的态度，尽管他决不会达到像

利塞梯那样自封为亚里士多德的信徒。

在他们的通信中，伽利略说他自认为自己与那些批评他攻击亚里士多德的人比起来是一个更好的亚里士多德主义者。很可能他是这样想的，虽然他从未说过，但心里感觉自己是一个比那些反对哥白尼体系的神学家更高明的神学家。总之，利塞梯讽刺说，他听到伽利略自称与亚里士多德学说并无矛盾的消息非常高兴：“我似乎从你的著作中得到了相反的意思，在这个问题上也许是我和其他持同样观点的人搞错了。”伽利略答复说：

“要做真正的逍遥学派的学者，即亚里士多德主义哲学家，主要在于依据亚里士多德学说进行哲学思考……亚里士多德的学说之一就是让人们在推理中避免谬误……就这一条来说，我自信从纯数学家取得的无数进展中学到了论证的正确性，从未出过错误。这样，我就是个逍遥学派的学者了。

“探寻真理最稳妥的方法之一是在推理之前用经验说话，我们确信，谬误肯定是由推理造成的，至少隐含在其中，因为感觉经验不可能与真理相悖。这一条连亚里士多德也奉为至理名言，认为它远比世上所有权威更有价值……

“那些对上述信条不求甚解的人……会认为接受和遵守亚里士多德说出的每一句名言和命题就是极好

的哲学思考。为支持这种看法，他们克制自己，否认感觉经验，并且对亚里士多德的原文做出奇怪的解释……我敢肯定，如果亚里士多德能起死回生的话，鉴于我的不多的但却令人信服的反驳，他会宁愿我做他的门徒，而不收那些把他的每句话都奉为真理、胡乱从他的原文中剽窃概念的人。”

利塞梯不仅攻击了伽利略的观点，而且在其书中误引了这些观点，还加上一些伽利略从未说过的话，其中有些是其他亚里士多德主义者以前强加于伽利略的。伽利略耐心地对这些内容做了订正，重新解释了他的推理，揭露了利塞梯论证中的极多的错误。然而要说服那些学院派哲学家接受适当而实用的科学是毫无希望的。利塞梯丝毫没有察觉出，盲目信奉权威，并按预想的观念去解释权威的危险。他在一部有183节的令人乏味的巨著中反驳了伽利略的信，百年以后，一些哲学家，首先是休谟开始像伽利略那样注重实用科学，另外一些人也开始支持误认为是属于伽利略的一些观念。但大多数哲学家则宁愿继续构造远离感觉世界的、被伽利略称之为“纸上世界”的东西。

事实上，要把充满日常经验的世界呈现在书本上是相当困难的，伽利略就是为数不多的成功的作家之一。他用大量的、他人所熟视无睹的日常事例把这一世界呈现给人们。如果头脑中没有真实的月球、真实

的云朵、真实的山峦，而只是天文学上的“月球”观念和关于云朵和山峦的抽象的文字，就不可能读懂《对话》中伽利略对地球反射光——利塞梯曾予以否认——的论述：

“萨尔维阿蒂：请告诉我，当月亮接近满月，以至在白天和午夜都能看到它时，它看上去是在白天亮呢，还是在夜晚亮呢？”

“辛普利邱：当然是在夜晚明亮。……因此我有时在白天从小片云朵中看到了月亮，它就像一块漂白了的小云朵；但到了夜晚，它却明亮耀眼。”

“萨：所以，如果你只是在白天看到过月亮的话，你就不会把月亮看得比一块小云朵亮。……现在请告诉我，你真的相信月亮在夜晚比在白天明亮吗？还是有其他缘故使它看起来是这样的？”

“辛：我相信月亮本身在白天和在夜晚一样亮。”

……

“萨：现在你谈谈，你可曾在午夜看到过由太阳照亮的地球？……”

“辛：像我们一样站在地球上的任何人都无法看到地球在白天的那一部分。……”

“萨：所以，除了在白天，你从来没有机会看到被照亮的地球。但是你在最黑的夜晚也能照样看到天空中闪闪发亮的月亮。而这一点，辛普利邱，正是你

相信地球不像月亮那样发亮的理由；因为如果你能在一个如同夜晚一样漆黑的地方看到被照亮的地球的话，地球在你看来就会比月亮更耀眼。因此，如果你要认真进行比较的话，我们就必须将地球的光与白天看到的月光对照，而不是和夜晚的月光相比……

“现在你自己已经承认在白天看到过小片白云之间的月亮，它看起来就像一小片白云。这等于你一开始就承认，这些小云朵，尽管由元素材料组成，也能像月亮一样接受光线。如果你还记得曾经常看到一些大片的云朵洁白如雪，那情况就更是这样了。毫无疑问，如果这样大片的云朵在漆黑的夜晚依然同白天一样闪闪发亮的话，那他照亮的区域会比上百个月亮照亮的区域还大。

“因此，如果我们认为地球也像一朵云一样是由太阳照亮的，那无疑地球的亮度不会比月亮逊色。现在，当我们在没有阳光的夜晚看那些同样的云朵时，它们就如像地球那样彻夜漆黑一片，这就使一切疑虑都烟消云散了，进而言之，我们当中没有谁未见过漫无边际的沉沉云幕，分不清是云霭还是山峦，这就清楚地说明山峦也像那些云朵一样会发光。”

伽利略是清楚的，为了使他的这种科学战胜自然哲学的冗词赘语，就需要使他的记忆的思维建立在他们自己的感觉经验上。他运用曾从诗人那里学到的方

法实现了这一目的。伽利略是一位著名的诗歌鉴赏家，他把自己的文学风格归功于对阿里奥斯托的研究，据说他通晓阿里奥斯托的著作。在1619年至1623年关于彗星的论战中，他的敌手耶稣会士曾用诗人的词句来证实某些现象存在，伽利略曾嘲笑他们竟把这作为证据，他说大自然不喜欢读诗。用诗的手法描述事物是完全不同的另一码事，这无助于树立某个作者的权威，只是使读者对看到的事物留下生动的印象。在这期间，伽利略曾对一些年轻诗人给予鼓励，他们正在为文学的繁荣而努力工作，就像当年伽利略的父亲为了音乐、伽利略为了科学所做的一样。伽利略还详细比较了阿里奥斯托和塔索的诗。伽利略采用文学形式向普通公众宣传他的新科学并不比他运用数学向同行传播新科学逊色。

伽利略对语言也有浓厚的兴趣，他在反对神学干涉科学研究自由的论述中就反映出这一点，在《致克里斯蒂娜的信》中，他强调说，具有神的灵感的《圣经》作者采用为普通人喜闻乐见的语言，即使说太阳恒定而地球运动也不会使他们对信仰和拯救问题产生怀疑。在伽利略看来，那些作者预先料到，如果他们咬文嚼字地讲述这些事情，人们就会怀疑他们，因而怀疑他们所论述的那些具有重要意义的问题是否正确，让人们知道这些问题正是他们的主要目的。贝拉明懂

得这一点，他告诫伽利略不要使用这样的论证，因为这会激怒那些不明智的神学派对手。

伽利略不仅考虑到语义学问题，而且还区别出哪些问题应由科学家做出回答，哪些应由哲学家答复。他给利塞梯复信说：

“宇宙是否有一个中心，以及地球是否位于宇宙的中心的问题是整个天文学中最没有价值的问题。有人假设我们的地球与布满星体的天球相比极其微小，地球的位置要么位于每日转动着的天球的中心，要么与天球的中心有一段微小距离，这就足以使最伟大的天文学感到满意了。既无必要固执地去证明这一假设，也不必要证明恒星位于一个以球面为界的区域内，只要知道这些星体距我们非常遥远就足够了。同样，要想确定这个空间的中心——我们既不知道也不可能知道它的形状，甚至不知道它是否具有某种形状——在我看来是一项多余而徒劳的工作。相信地球位于一个中心，而又不知道这个中心是否存在于宇宙之中，这确是一件令人沮丧的事情。”

在伽利略看来，这些就是自然哲学家的传统工作，而人们应由此转向实用科学。直到伽利略时代，科学一直是哲学的婢女，哲学又是神学的婢女。伽利略希望将科学从哲学——已成为阻碍科学应用和进步的历史障碍的奴役下解放出来。他梦想最终建立一种较好

的哲学。然而，科学应摆脱一切限制的绝对主义观念并不是伽利略的思想。伽利略认为，科学应被限制在不致与神学发生冲突的范围内，并在科学之外最终创造出一种与科学和神学都相和谐的哲学。

要求科学绝对自由的更为激进的观念是后来由那些视宗教为科学的死敌的知识分子系统地提出来的。如果天主教会不曾犯下站在官方立场支持一种科学反对另一种科学的重大错误的话，也许就不会有许多人支持这个观点了。一旦天主教会采取了那种立场，它就会坚持错误并一直企图为其错误辩解。1890年天主教会终于转变了态度，采取了更为接近伽利略在《致克里斯蒂娜的信》中所建议的立场。当该书正在编辑出版的时候，教皇约翰·保罗二世承认伽利略《致克里斯蒂娜的信》“系统阐述了具有认识论特征的重要准则，这些准则对于使《圣经》与科学相一致是必不可少的。”没有理由认为这不是伽利略写那封信的意图。

“重大异端嫌疑”的裁决使伽利略悲痛欲绝。因为这一裁决使他再不能去他心爱的教堂了；因为他知道他心中从未浮现过异端邪念；因为这个判决是宗教体制犯下的第二个错误，人们一直期待着这个体制改正错误；还因为他一生的心血之作被宣告有罪。他之所以没有因此潦倒是因为他认为哥白尼的天文学和他

所知道的其他科学观点是千真万确的。他在1641年，也是他生命旅途的最后一年，怀着不希望得到报偿，也不怕进一步受罚的心情，在口述给一位朋友的信中说：

“哥白尼体系的虚假肯定不容怀疑，尤其对我们天主教徒来说更是这样，我们具有神学大师们注释的《圣经》的绝对权威，他们的论证使我们确信地球恒定，而太阳绕地球转动。哥白尼和他的追随者提出的截然不同的种种假设完全被取自全能上帝的最充分的证据一扫而光了。在我们看来似乎只能以一种特殊方式去做的事情，上帝却能用许多方式去做，甚至可以说以无数种方式去做。我们不必妄自尊大地拒绝上帝的帮助而顽固坚持可能是错误的东西。

“正像我认为哥白尼的观察和假设不充分一样，我同样断定托勒密、亚里士多德及其追随者的观察和假设更为荒谬，因为他们没有超出人类推理的范围，可以毫不费力地发现他们的结论是不能令人信服的。”

抛弃所有体系就等于说“自然界中没有一件事、哪怕是最小的一件事能被理论家所理解。”伽利略真诚地把科学“作为适合人类研究的推理方法”，任何人都应当这样做，但伽利略提出的这种科学完全不同于那种认为任何问题都能得到完全和最终解决的科学。科学作为一种不断逼近的方法不能被不停地寻求宇宙

真理的探索所战胜。人们怎么能够去追求明知是永远不可及的东西，又怎样确信一年比一年更接近这个东西，这是一个哲学问题，而不是一个科学问题。科学家是用测量理论和实践以及误差理论作出回答的，在人们完全不知道精确测量值的情况下，可以由这些理论判断测量的精度。

伽利略清楚地意识到自己既是天主教徒，又是科学家。有一次他怀着近乎绝望的心情写道，他有时恨不得把他的所有科学成果付之一炬，但他甚至从未想过要背叛他的信仰，天主教会背弃了伽利略，并为此蒙受了不小的损失。伽利略对此只是谴责天主教会中某些固执己见的个别人。法国的一位著名的业余科学爱好者佩雷斯克写信给伽利略，说他正写信给罗马当局要求赦免伽利略。伽利略复信说：

“阁下的来信，礼仪周至，至诚至善，使我在不幸的命运中略感几分宽慰；这在某种意义上是诅咒我的敌人受惩罚。您的信使我蓦然明白了人类哪些东西是最值得赞美的，这就是我的那些高贵的保护人的仁慈的关怀，而首先是阁下您的厚爱。……除此之外，我的保护人对我的境遇表示同情，使我相信我的灵魂不会受到越来越冷酷的折磨，从而感到许多宽慰。我要说，官方政策代表的是这样一些人的利益，他们想用坚持错误的方法来掩盖原来犯下的陷害无辜的罪过，

以致使人们猜想还有其他未公开的使无辜的人遭受更加深重的灾难的大错误。”

后来伽利略又写信给佩雷斯克：

“我说过，我不希求安慰，因为我没有错。如果我错了，我会希望得到仁慈和宽恕。庶民犯了法，君主才能得以施行仁慈与宽大。而当一个人被误判时，他的法官们就要用加倍的严酷来掩盖他们自己在法律上的失误。可以想象，我比一般人要好过一点，因为我有两点可以聊以自慰：第一，在我的著作中找不到不尊敬神圣教会的任何痕迹；第二，我的陈述发自肺腑，这只有我和上帝完全懂得。上帝知道我在为此而受苦，尽管许多人可能说出更有道理的话，但没有一个人对教会说的话比我说的更虔诚和更热诚；即使是古代的神父也没有过。”

在伽利略本人看来，导致他受苦的完全不是哥白尼学说，而是对神学与基督教的热诚。伽利略所说的“法律上的失误”几乎不可能是指他在1633年的受审，他认为那只是一个实际错误。使伽利略伤心的是神学家在1616年所犯的错误，这个错误间接导致伽利略受了处罚。在他看来，神学家的错误是误用了古代神父所建立的法律，古代神父曾明智地把科学与宗教区分开来。

伽利略还说，如果用来蒙骗最高权威的欺诈和阴

谋于1616年在罗马能够得以揭露的话，那他的诚实意图就显而易见了。由于神学家们就是最高权威，那么使他们受骗的欺诈和阴谋必定出于其他一些人，伽利略在《致克里斯蒂娜的信》中指出这些人就是哲学教授。同样不能认为伽利略的“诚实意图”是支持哥白尼的，那只是他为使教会不干涉科学研究自由而进行的斗争。

1642年1月9日，伽利略在阿圣翠安然地离开了人世。几天以后，红衣主教弗朗西斯克·巴贝里尼，三位拒绝在伽利略判决书上签字的红衣主教中最重要的一位的管家霍尔斯特在写给佛罗伦萨的一位朋友的信中说：

“今天传来了伽利略去世的噩耗，这噩耗不仅会传到佛罗伦萨，而且会传遍全世界。这位天才人物给我们这个世界增添了光彩，这是几乎所有其他平凡的哲学家所无法比拟的。现在，嫉妒平息了，这位智者的伟大开始为人们所知，他的精神将引导着子孙后代去追求真理。”

的确，伽利略是聪明、伟大的智者。这是就他悖常的、反历史的、纠谬矫枉的重大发现而言的。因此，他又是一位四面受敌的孤寂的智者，他在哲学上、物理学上、天文学上、神学上结怨甚多。他独立地扛着一个时代孤寂地前行。他的同道只有在遥远的后面望

其项背。