



宇宙物質

Г. М. 依德里斯

宇 宙 物 質

Г. М. 依德里斯 著

李 競 譯

科 学 出 版 社

1959

Г. М. ИДЛИС
КОСМИЧЕСКАЯ МАТЕРИЯ
Издательство Академии Наук СССР
Москва
1957

內 容 簡 介

本书以比較通俗的形式,介紹了近代天文学中的一些基本問題,說明了我們認識宇宙的連續發展進程。在书中并表明了先进科学在研究宇宙物質的結構和演化中所起的作用,指出辯證唯物主义的方法对于研究庞大的和細小的自然現象的巨大威力。

本书可供高中以上程度的天文愛好者閱讀,同时亦可供天文工作者与高等学校有关专业师生参考。

宇 宙 物 質

Г. М. 依德里斯 著

李 競 譯

科学出版社出版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

1959 年 11 月第 一 版

1959 年 11 月第一次印刷

(京) 0001-4,000

书号: 1936 字数: 72,000

开本: 850×1168 1/32

印张: 2 7/8 插頁: 5

定价: 0.60 元

序 言

“……自然科学进步得很快，正处于各个领域都在发生极为深刻的革命变革的时期，因此自然科学离开哲学結論，无论如何是不行的。”¹⁾

列 宁

本书的任务是使讀者了解近代天文学的一些基本問題，說明我們認識宇宙的連續发展进程。作者力求表明先进科学在研究宇宙物質的結構和演化中所起的卓越作用，指出辯証唯物主义的方法对于研究庞大的和細小的自然現象的巨大威力。許多問題还是第一次以通俗形式来敘述。

本书着重对在資本主义国家天文学家中广泛流传的唯心主义概念进行哲学和科学的批判。作者在这方面希望能弥补我們科学通俗文献中的某些空白点。“宇宙物質”一书在一定意义上可以作为苏联乌克兰科学院 Н. П. 巴拉巴曉夫 (Барабашев) 院士著的“天体演化学假說和宇宙学假說領域中和唯心主义的斗争”(哈尔科夫, 1952) 一书的补篇。

本书可供各种不同文化程度的讀者閱讀，主要的对象是具有普通中学水平的讀者。文中偶有初等的数学运算，但这不会引起什么疑難。

1) 列宁全集，第三十三卷，人民出版社，1957年，205頁。

目 录

序言.....	i
第一章 人类洞察宇宙深处.....	1
§ 1. 太阳系.....	2
1. 太阳——行星系的中心.....	2
2. 太阳的能源.....	11
3. 天空的石头.....	19
§ 2. 恒星世界.....	24
§ 3. 星际物质.....	36
§ 4. 宇宙结构的无限性.....	40
第二章 通过银河系认识宇宙的道路.....	52
§ 1. 银河系动力学.....	52
§ 2. 银河系结构.....	61
§ 3. 银河系物质的演化.....	66
第三章 近代天文学中的几个问题.....	77
结束语.....	83

第一章 人类洞察宇宙深处

“……人的思维，按其本性来说，是能够给予并且给予着我们以绝对真理的，绝对真理是由相对真理底总和构成的。科学发展底每一阶段，在这绝对真理底总和中添加了新的几粒，可是每一科学原理底真理界限是相对的，它们是随着知识底往前发展时而扩张，时而缩小的。”¹⁾

列 宁

为实验所光辉证实的某些近代物理理论的数学的严整性和逻辑性，致使国外的唯心主义者枉然无益地企图提出一个可以一劳永逸地解释自然界全部特征和规律的学说。客观实际的研究，指出了这种奢望是完完全全的荒诞无稽。只有根据实践、实验、观测的细致研究才可能真正认识自然。随着科学的发展，随着认识自然可能性的不断扩大，才逐渐深入和确切地了解了自然规律的内在含义。在中等的距离、速度、质量、密度和温度的条件下对于地球来说可以认为是精确的东西，在宇宙尺度的条件下，则变成了粗略的近似了。然而，这已经着重指出了研究宇宙辽阔深处物质本性的可能性。

天文学——研究天体结构和演化的科学——是一门最古老的自然科学。不过，天文学的历史和天文学所研究的天体的年龄比较起来是微不足道的。我们对于自然界许多现象还不能理解，但是无数过去曾是谜样的现象都已进行了研究，并已获得了解释，有的我们也正处在正确解释它们的路途上。因而明显地证明了认识物质宇宙及其结构和演化的科学的强大威力。

1) 列宁，唯物论与经验批判论，人民出版社，1954年版，162页。

§ 1. 太 阳 系

“沒有研究對象的歷史，就沒有研究對象的學說；然而沒有研究對象的學說，甚而不能思考它的歷史，因為沒有認識客體和其性質及範圍。”

車爾尼雪夫斯基

當我們研究極為遙遠的天體時，許多細微事物超出了我們注意力之外，因為它們處在最強力望遠鏡可及的限度以外。所以，我們首先只綜覽一下距我們最近的天文“範圍”——太陽系。太陽系的研究史提供了關於宇宙的近代概念的嚴重依據，否定了地球恆靜的虛假觀念，發現天體相互作用的基本定律。人類的認識深入宇宙的遙遠境界，解釋了恆星能源的秘密，發現“真空”的宇宙空間的稀疏瀰漫物質——所有這一切和其他許多問題一樣，都促使我們以研究太陽系作為起點。

1. 太陽——行星系的中心

人類觀察了各種各樣的自然現象：晝夜交替，四季輪迴，月相變化，日月交食，星空周轉，行星在天穹的運行，以及其他許許多多天象；不能不考慮到宇宙的結構問題。

然而長久以來，宇宙觀的概念是大錯而特錯的。在古代，人們認為大地是扁平的或是略略凸起的。公元前6世紀，古希臘哲學家畢達哥拉斯(Pythagoras)首次提出大地是球形的概念。以後到了公元前4世紀，亞里士多德(Aristotle)——恩格斯譽之為古希臘哲學家中的“最全才的領袖”——根據月食時投在月面的地影永遠呈圓形邊緣的觀測資料，奠定了大地的球形概念。

古希臘哲學家柏拉圖(Plato)和亞里士多德根據唯心主義概念，認為適應於本性完善無缺的天體的只能是各種運動狀態中“最盡善盡美”的運動，即等速的圓周運動；並且地球應該居于宇宙中心，地球置于地心宇宙體系的主宰位置，從而人類也處於特殊優越

的地位，这完全符合于宗教教义。公元前 3 世紀，傑出的古希腊天文学家亚利斯塔克（Aristarchus）曾設想，地球围绕太阳公轉，并繞軸自轉，但这一概念当时并未得到支持。亚利斯塔克被指控为侮辱上帝，并受到放逐的判处。

以后到了公元 2 世紀，希腊亚历山大城的天文学家托勒玫（Ptolemæus）运用了依巴谷（Hipparchus）的行星运动概念，詳尽地分析了地心宇宙体系。托勒玫宇宙体系中地球是恆靜的，居于宇宙的中心，許多圓形的軌道——本輪——的圓心沿着圓形的軌道——均輪——圍繞着地球運轉。行星本身則沿着本輪运动。这样一来，地上观测者看来是复杂的行星視运动（行星有时則停留不前，有时繼續运行），可以用两个等速圓周运动来图解表示。然而，在許多情况下，为了符合于观测資料，不得不提出比这两种运动更多的运动；除了均輪和本輪之外，不得不引入另外一些起輔助作用的輔助圓。由月亮圈，水星圈，金星圈，太阳圈，火星圈，木星圈和土星圈組成的这一整个系統都处在“恆靜星辰圈”之内。“恆靜星辰圈”也同样圍繞着地球等速运动，并被視為是宇宙的邊緣。托勒玫的宇宙体系为官方采納并得到教会的支持，它在科学中統治了几近于 1500 年。大地的恆靜性曾經成为无可爭議的信条。

中世紀时宗教万能，科学停滯，当时甚至企图推翻还承訖大地圓球狀的托勒玫学說，打算用訖为大地扁平的愚昧的聖經教义取而代之。

不过这种状态不可能永久繼續下去。文艺复兴时代（15—16 世紀）兴起了新的宇宙观。当时奠定了近代自然科学的基石。恩格斯概述了这个时代对于自然科学发展的意义：

“近代自然科学——和古代人的天才的自然哲学的直觉及阿拉伯人的非常重要的但是零散的并且大部分由于无結果而消失了的发展相反，它唯一地达到了科学的、系統的和全面的发展，——近代自然科学，就象整个近代史一样，是从这样一个伟大的时代算起，这个时代我們德国人由于当时我們所遭遇的民族災难而称之为宗教改革，法国人称之为文艺复兴，而意大利人則称之为

‘Cinquecento’¹⁾，但这些名称没有一个能把这个时代充分地表示出来。……旧的‘Orbis terrarum’²⁾的界限被打破了；只是这时候才真正发现了地球，奠定了以后的世界贸易以及从手工业过渡到工场手工业之基础，而工场手工业又是近代大工业的出发点。教会的精神独裁被击破了，日耳曼民族大部分都直接抛弃了它，接受了新教，同时在罗马人那里，一种从阿拉伯人吸收来的和从新发现的希腊哲学那里得到营养的明快的自由思想愈来愈根深蒂固，为十八世纪的唯物论作了准备。

这是一个人类前所未有的最伟大的进步的革命，是一个需要而且产生了巨人——在思想能力上、热情上和性格上、在多才多艺上和学识广博上的巨人的时代。给近代资产阶级统治打下基础的人物，什么人都有，惟没有受资产阶级局限的人”。³⁾

文艺复兴时代傑出的活动家之中——例如，哥伦布(Columbus, 1451—1506)，荷马(Homer, 1469—1524)，达·芬奇(da Vinci, 1452—1519)，梅克安热罗(Michelangelo, 1475—1564)，拉斐尔(Raffaello, 1483—1520)，拉伯雷(Rabelais, 1494—1553)，罗特达姆斯基(Rotterdamsche, 1466—1536)，摩尔(More, 1478—1535)，巴拉泽斯(Paracelsus, 1493—1541)，——波兰人民伟大的儿子哥白尼(Copernicus, 1473—1543)占有特殊的地位。他奠定了日心宇宙体系，确定了地球的恆静(宇宙中心的位置)是视觉现象。实际上，太阳是我们行星系的中心，地球和其他行星围绕着它运行。行星在天穹的错综复杂的视运动乃是地球和行星共同绕日公转的视觉反映。星空的视运转则是地球周日自转的视觉反映。

哥白尼长期埋头于写作他的宇宙新体系，并不急于出版问世。已经到了晚年时代，经过友人的长久恳求，他才答应提供给科学家们和所有能给他的著作下结论的后代。维坦堡的天文学家莱因霍德(Reinhold)于1542年论及哥白尼：“……我耳闻这个近代的、特

1) 直译为“第五百年代”，即十六世纪。

2) 古罗马人称做世界，地球；直译是“地环”。

3) 恩格斯，自然辩证法，人民出版社，1955，4—5页。

別傑出的學者的近況，他引起了所有的人的熱烈期待，大家都希望他使天文學復蘇，他已在他的大著出版之前寫完了最後几筆”。

1543年5月里，在紐倫堡一部人類智慧的不朽名著終於問世了，書名是“土倫的尼古拉·哥白尼論天球運轉”，共六冊。書中序言寫道：“勤學的讀者，在這部不久前完成並發表的著作中，你可以找到以古代和近代觀測資料為基礎的恆星和行星運動的論述，它們在新的和令人驚異的學說中得到了發展推廣。書中載有極有用的表冊，根據它可以用最方便的方式推算出恆星和行星在任一時刻的運動。因此，敬請孜孜不倦的讀者選購，閱讀，它將使您得益。

但是，此書與不懂數學者無關”。

哥白尼沒有活到他的著作在許多國家廣泛流傳的時代。

哥白尼的著作沒有欺騙也沒有偽裝和捏造。但是哥白尼的友人，一位紐倫堡路德神學家奧西昂德爾(Osiander)，被委任審查該書的出版，他未經作者同意插入了一篇匿名序言，題為“致讀者論本著作的假說”，其目的在於表示哥白尼的革命性學說是人為的和假設性的，他說：“因為任何推論也無法使得一個天文學家找出天體運行的真正原因，作者臆測並幻想出某些便於利用的假說，運用這些假說，借助於幾何學可以精確計算出天體過去和未來的運動。……沒有任何必要認為這些假說是真實甚或是正確的；我們根據這些假說所作出的計算能與觀測現象符合一致就已足夠了”¹⁾。當然，每一個嚴肅認真的讀者（正象以後伽里略所說的）都懂得，希望了解哥白尼本人思想的人“所讀的不是遞交該書付印的那位神學家的空泛言詞，而是作者本人的全部著作”。

托勒玫的宇宙體系提供了計算行星和恆星方位的可能，但是許多運動規律在該體系中無法理解，不能解釋，只作為純偶然現

1) 在近代國外的理論物理學中仍廣泛流傳着對於科學思構和命題的類似的唯心主義觀點：研究的對象不是客觀世界和其規律，只是儀器的讀數，亦即，作為基礎的科學理論可以不具備任何現實性，它只不過提供了能和觀測資料相比較的正確計算結果的方案。

象。

人們不能理解，为什么火星、木星和土星于冲日时(即黄昏升起和晨曦西落)看起来距地球最近？为什么在托勒玫体系中，从本輪中心引向这三个行星的矢半径永远彼此平行，同时还和日地的方向平行？为什么火星的本輪較大，木星的本輪較小，而土星的本輪更小？为什么水星和金星的本輪中心永远处在联接观测者的視線和太阳的直線上，以及这两个本輪中心繞地公轉的时间等于一年？还有，为什么在托勒玫体系中，無論是太阳和月亮都沒有和行星一样的逆行？

哥白尼看出了用地心体系解释宇宙的錯誤所在之处，古代天文学家“在他們的論証过程中，在他們所謂的学說中，略去了某些必要之点，或是假設了某些异想的、与事物本身无关之物。但是，如果他們永远是追究真正的原理，或是不追求虛假的假設(假說)，那么无疑地，从学說中所导出的必然是正确的”。因此，哥白尼所需要的是具有真实性的科学假說和理論，和与之相适应的、不依靠人类而存在的物質客观規律。这是每一个唯物主义科学家对科学所應該提出的基本要求之一。

哥白尼第一个理解了我們現在所領会的运动相对性¹⁾：“由于观测对象的运动，或是观测者的运动，或是二者都运动，当然它們的运动情况若是彼此不同，就要引起方位的全部可領会的变动。但若观测对象和观测者以同样方式并沿相同的方向运动，那么就不会察觉出观测对象和观测者之間有什么运动”。他又說：“为什么不承認，星空的周日运动只是視現象，实际运轉的是地球。恰如古羅馬詩人維吉利(Vergilius)在“爱涅达”(Aeneid)中所述：“我們出海港駛去，大地和村落离我們奔馳”。“舟艇平靜地航行，海員看来所有舟外之物恰似朝艇只运行，而他本人以及舟中之物却似靜

1) 哥白尼所論及的当然不是近代的物理学相对論，只是認識的相对性。不过認識和客观物理現象有密切的联系，所以正确的理解認識运动的相对性已促使科学进一步获得成就，例如建立了伽里略和牛頓經典力学基础和爱因斯坦近代相对論。

止不动”。和这个类似，“运动的不是太阳，而是地球连同我們在一起，和每一个行星一样，繞日运轉；但我們看起来却是太阳在运行”。

在托勒玫体系中所有不可理解的事实在哥白尼体系中都得到了自然的解释，但由于缺少地球运动的观测证据，哥白尼体系长期不能被确认。但承认了观测到的行星运动的不可理解特征是地球本身真实运动的反映，才破天荒第一次用地球轨道半径的尺度测定行星和太阳的距离。

哥白尼的地动学说和宗教教义完全矛盾。1600年，罗马宗教裁判所烧死了孜孜不倦地宣传哥白尼学说、坚持宇宙无限性思想、并认为有人居住的世界有无穷多的意大利哲学家布鲁诺(Bruno)。布鲁诺认为，哥白尼学说是科学知識，而不是宗教信仰，是提供了客观的宇宙观。布鲁诺发展了哥白尼学说，确信太阳不过是一个普通恒星，宇宙中还有无数和太阳类似的天体，其中没有一个居于宇宙的中心，因为“宇宙无边无际，无穷无限”。从而发展了哥白尼学说的逻辑推论：地球更不是宇宙中心，只是一个普通行星。

1616年，哥白尼的著作被列入教会的禁书名单¹⁾。

伟大的意大利物理学家、力学家、天文学家伽里略(Galileo, 1564—1642)提出了赞同哥白尼学说的令人信服的论据。伽里略根据取自观测和实验的事实，提出了和亚里士多德及其著作的注释者根据“圣经”所提出的不切实际论据相反的证据。他第一个用他本人才发明不久的望远镜(和其他人几乎同时独立发明)观察天空。伽里略发现了“神圣无瑕”的太阳上的黑子。指出了月亮表面上山谷纵横，遍布寰形山(見87頁图1)。这和认为天体至上完善的传统观念相背。摧毁了天和地完全不同的神话。

伽里略发现了木星的4个卫星，它們围绕木星运行类似于行星繞日公轉。用望远镜巡視銀河，将它分解为一个个的恒星，則

1) 叙述哥白尼学说的书籍尚列入1819年出版的，以及1821年增编的“禁书索引”之中，直到1835年的版本中，这些书目才不再出现。二百多年来，梵蒂冈(教王权)不顾现实一直力争“地球静止”，促使天文学历史車輪的向后轉。

恆星失去了似乎存在的角直径。如果这些点点繁星都是类似太阳的天体，則它們必然处于离我們巨大的距离之外。望遠鏡揭示了如此庞大的世界！伽里略用自己的发现支持了哥白尼学說，并不倦地宣传这一学說。伽里略的著作“托勒玫和哥白尼两个最主要的宇宙体系的辯論”問世于1632年。但著作被列入禁书，伽里略本人被帶上了宗教裁判所的法庭，強迫他宣布放弃哥白尼学說，并被囚入牢獄中达十年之久（直到他将去世之前）。

無論是教会的火刑、拷打、还是禁忌，都无法阻挡科学前进和哥白尼学說的流传。

“天文学家徒劳一生毫无結果，
在哥白尼兴起之前被本均二輪迷惑，
嫉妬而野蛮的輕視者是他的敌手。
他把太阳安置在行星中央，
地球的二重运动被他发现。
一日完成一个繞中心旋轉的圈，
一年完成另一繞太阳旋轉的圈，
他用真正的宇宙系粉碎了本均二輪，
他精确地証明了天象的真理。”

罗蒙諾索夫

傑出的德国天文学家刻普勒 (Kepler, 1571—1630) 根据日心学說，整理了丹麦天文学家蒂谷 (Tycho Brahe, 1546—1601) 当时所进行的多年的、极其精密的观测資料，从而发现以他本人姓名命名的行星运动三定律¹⁾。以后，著名的英国大学者牛頓 (1643—1727) “則从物質的一般运动規律的观点把它概括起来了”²⁾。伽里略初步提出了經典力学、物体机械运动定律的知識 (慣性定律在机械上的运用)，到了牛頓才发现了运动的全部基本定律的普遍形式，并

1) 第一定律：每一个行星沿橢圓軌道运行，太阳位于橢圓的一个焦点上。

第二定律：联接行星和太阳的矢半徑，在相同的時間內扫描出相同的面积。

第三定律：行星公轉周期的平方和軌道半長徑的立方成正比 (或和距离太阳的平均长度的立方成正比)。

2) 恩格斯，自然辯証法，人民出版社，1955，6頁。

完成了精确的公式。牛頓将它运用到所观测到的太阳系天体的运动，导出了支配这些运动的万有引力定律。

根据牛頓万有引力定律，质量为 m 和 M 的任意二物体之間的引力 F 和它們质量的乘积成正比，和二者距离 r 的平方成反比，

$$F = G \frac{mM}{r^2} \quad (G = 6.67 \times 10^{-8} \text{克}^{-1} \text{厘米}^3 \text{秒}^{-2}).$$

具有高精度度的这一定律解释了观测到的行星繞日运动和卫星繞行星运动。所以，赫歇尔发现了天王星 (1781) 之后不久即发现了这个行星的观测方位和根据不仅計入了太阳引力、还考虑了当时已知的几个行星的引力影响而求出的理論計算值有系統的偏差 (偏差小于三十分之一度)。从而产生了一个想法，认为这种偏差产生的原因存在于某个尚未发现的，比天王星离太阳更远的行星的摄动作用。俄罗斯列克西 (Лексель) 院士首先提出这一概念，并設法寻求論据。过了半世紀，英国亚当士 (Adams, 1845) 和法国勒威耶 (Leverrier, 1846) 用詳尽的数学分析了这个假設。1846 年 9 月 23 日，用望遠鏡发现了这个假設的行星，它正处于勒威耶和亚当士所計算出的方位。这就是天外行星——海王星——的发现史。恩格斯指出：“哥白尼的太阳系学說在三百年間被人視為假設，固然是种很可信的假設，但終究是一种假設。可是，当勒威耶根据这太阳系学說的論据，不仅証明一定有一个前所未知的行星存在，而且已用計算方法确定它在太空中的位置，后来加勒果然已发现这个行星时，哥白尼的太阳系学說就被証明了”¹⁾。

海王星发现之后的天王星 (以及海王星本身) 方位的理論計算值和观测結果之間依然存在不大的偏差。研究工作导致提出尚有一个更远距的海外行星的想法。不过，偏差数值和可能有的观测誤差和理論計算誤差相差很小，虽然尽了各方面的努力，但仍未能指出的精确方位上找到欲求的行星。直到 1930 年，美国洛威尔天文台經過了 25 年的系統搜索，終于找到了今日所知的最外的行

1) 馬克思、恩格斯文选，第二卷，外国文书籍出版局出版，1955，368 頁。

星——冥王星¹⁾。

地球的繞日运动應該引起恆星相互之間的和相對於地球上某種“不動”點(例如,天極)的觀測方位的周期性周年變化。由於恆星的遙遠距離,這種所謂的視差位移只有極微小的數值。因此,長久以來所有致力於發現和測量恆星視差位移(即測定以地球軌道半徑為單位的恆星距離)的努力都始終徒勞無獲。英國天文學家布拉德雷(Bradley, 1693—1762)所發現的恆星視方位周年位移不是視差(和地球位移的數值有關),而是光行差(和地球運動速度的數值有關):由於光速是有數量,從地球上觀測恆星時,望遠鏡所指的不正是恆星,而是傾向於該時刻的地球運動方向(否則,通過望遠鏡物鏡的光線並不進入目鏡之內)。布拉德雷的不期而獲的發現令人信服地証實了地球運動的真實性。於19世紀30年代之末,終於第一次測出最近距的幾個恆星的欲求的視差位移。普爾科沃天文的奠基者,俄羅斯天文學家 В. Я. 斯特魯維 (Струве, 1793—1864)在這個領域內是一個先驅者。

在牛頓力學中,和所研究的天體的质量中心有關的運算系統,在所有已考慮的數學運算系統中占主要地位。對於太陽系而言,由於太陽質量約比全部行星,小行星,彗星和行星間塵埃的质量總合大700倍,這個“有特權性”的運算系統實際上和哥白尼日心體系符合一致。

1916年愛因斯坦(1879—1955)建立了普遍相對論,進一步明確說明了牛頓引力論,並獲得了最精確的天文觀測的實驗証明。許多物理學家會評論這個新學說為加速度相對論,其中所有的運算系統在物理意義方面完全平等,並沒有任何有特權的、慣性的運算

1) 海王星和冥王星质量的計算值比它們發現以前所設想的數值小。所以曾認為這兩個行星的發現並不能完全消除天王星運動的不規則性。但用牛頓萬有引力定律不能以精確的形式表示相互振動的幾個天體的運動方程,還不得不用極其繁雜的逐次近似法求解。近年來,由於快速自動計算機的發明,完全可能以極高的精確度(超過近代天文觀測精確度)計算幾百年以前和幾百年之後的已知行星在相互振動和在太陽引力作用之下的運動。理論計算值和觀測值之間的全部偏差都已消除。這是近代天體力學和理論天文的一項基本成就。

系統。这就致使唯心主义物理学家企图証明，哥白尼宇宙体系拥护者和托勒玫宇宙体系支持者之間的斗争是无的放矢，即“日靜地动”和“日动地靜”两个概念只意味着“两个不同的坐标系的两种不同的見解”。苏联物理学家 B. A. 福克(Фок)探討了普遍相对論中的有限天体系的运动問題，对于上述一类的断言提出了詳尽的批判，他得到在相对論中也具有特权性的，物理意义上不一样的坐标系的結論¹⁾。在这所謂的慣性坐标系中，所研究的质量中心的普通慣性定律是第一次近似律。

这样看来，科学的发展不仅不是躊躇不前，而正相反地完全証实了，成为以后宇宙科学发展的基础的哥白尼学說的真实性。

2. 太阳的能源

地球和其他几个大行星都圍繞着我們行星系的自然中心——太阳运行。太阳不仅在質量方面，而在光度方面，也远远駕乎行星之上。

太阳和地球相距很大的距离：我們取 $a = 1$ 万 5 千万公里这个距离作为一个天文长度单位。但是，在面向太阳的地球大气边緣处；每一分钟，每平方厘米，射入的太阳能有 1.9 卡。則太阳向所有各个方向辐射的能量要乘上 $4\pi a^2$ ($4\pi a^2$ ——半径为 a 的球体面积)。如为每分钟的秒数除，我們可以求得太阳每秒辐射的能量，它的光度 $L_0 = 9 \cdot 10^{25}$ 卡/秒 $= 4 \cdot 10^{33}$ 尔格/秒 (1 卡 $= 4.2 \cdot 10^7$ 尔格)。这是个庞大的能量。它几乎足以将各大海洋的全部容水煮沸²⁾。A. И. 奥巴林(Опарин)认为³⁾，若在地球和太阳距离过近的条件下，地球的水界中不可能有生命产生。因为和太阳相距过近，不仅煮沸了水，而任何物质事实上都瞬間轉化为气态。幸

1) B. A. 福克从普遍相对論观点論哥白尼宇宙系和托勒玫宇宙系，“尼古拉·哥白尼”专集，苏联科学院出版社，1955。

2) 各大海洋的容水总量的数量級为 10^{24} 克，使之沸騰需要 $10^{24} \times 100 = 10^{26}$ 卡。

3) 參攷 A. И. 奥巴林和 B. Л. 費森科夫合著的“宇宙中的生命”，1956 年出版，中譯本，科学出版社，1959 年出版。

而，在我們所研究的近似限度之內，太陽系可以說是穩定的，即地球不會突然奔向太陽（同樣也不會突然離去）。根據地質學家的研究判斷，早于太古代——約几十億年前，地球上出現了原始形態的生命。然而生物學家已確知，即便在略高于或稍低于普通常見的溫度的條件下，最簡單的有機生命也會停止發展或是再度衰亡。致使地球溫熱的太陽輻射至少几十億年以來，即和今日具有同樣的強度，這種能量從何而來呢？無論是認為，太陽具有不可思議的原始高溫（太陽系起源于極其灼熱星雲的拉普拉斯假說），太陽被下落的隕星裹擊而發熱（羅伯特·梅耶假說），太陽因巨大重力作用而收縮致熱（何真霍茲-開爾文假說），還是某種化學反應，或是異乎尋常的大量放射性物質，總之無論那一個概念和設想都無法解釋太陽輻射的如此恆久和如此強烈。

太陽圓面的亮度從中央到邊緣逐次減弱。在邊緣，我們的視線只穿過太陽的表層本身，而在中心，我們可以看到較深的表層。所以各層的亮度，也就是各層的溫度，隨着深入太陽內部深處而增長。僅此一點，就已表明了太陽的能源處在太陽的內部，而不是外部（無論何種表層能源也不能致使內層的溫度高出表層）。太陽的質量 $M_{\odot} \simeq 2 \cdot 10^{33}$ 克，半徑 $R_{\odot} \simeq 7 \cdot 10^{10}$ 厘米，它的平均密度（ $\odot$ ——太陽在天文學上的表示符號）

$$\rho_{\odot} = \frac{M_{\odot}}{\frac{4}{3}\pi R_{\odot}^3} = 1.4 \text{ 克/厘米}^3.$$

所以就平均而言，太陽物質（至少在密度方面）沒有任何特殊之處，我們有充分的根據可以運用地球上已用實驗方法確立了的物理定律。例如，斯忒藩-玻耳茲曼定律：灼熱的絕對黑體的表面上，每平方厘米，每秒中所輻射的能量和以開爾文絕對溫標（零度相當于攝氏 -273 度）表示的溫度的 4 次方成正比。

$$E = \sigma T^4 (\sigma = 5.67 \cdot 10^{-5} \text{ 爾格/秒} \cdot \text{厘米}^2 \cdot \text{度}^4),$$

我們可以計算出太陽表面的有效溫度 $T_{\odot}$ ：