

www.docsriver.com 定制及广告服务 小飞鱼
更多**广告合作及防失联联系方式**在电脑端打开链接
<http://www.docsriver.com/shop.php?id=3665>



www.docsriver.com 商家 本本书店
内容不排斥 转载、转发、转卖 行为
但请勿去除文件广告宣传页面

若发现去宣传页面转卖行为，后续广告将以上浮于页面形式添加

www.docsriver.com 定制及广告服务 小飞鱼
更多**广告合作及防失联联系方式**在电脑端打开链接
<http://www.docsriver.com/shop.php?id=3665>



汉译世界学术名著丛

docsriver.com
商家本本店

最后的沉思

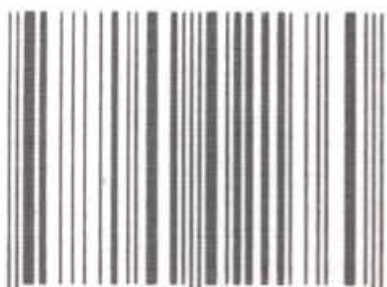
〔法〕彭加勒 著





网 址: www.cp.com.cn

ISBN 7-100-02176-6



9 787100 021760 >

ISBN 7-100-02176-6/B·305

定 价: 10.00 元

汉译世界学术名著丛书

最后的沉思

[法] 彭加勒 著

李醒民 译 范岱年 校



商务印书馆

2007年·北京

所有权利保留。
未经许可，不得以任何方式使用。

汉译世界学术名著丛书
最后的沉思
〔法〕彭加勒 著
李醒民 译 范岱年 校

商 务 印 书 馆 出 版
(北京王府井大街 36 号 邮政编码 100710)
商 务 印 书 馆 发 行
北京中科印刷有限公司印刷
ISBN 7-100-02176-6/B·305

1996 年 12 月第 1 版 开本 850×1168 1/32
2007 年 11 月北京第 6 次印刷 印张 4 3/4

定价：10.00 元

Henri Poincaré

MATHEMATICS AND SCIENCE: LAST ESSAYS

(Dernières Pensées)

Translated from the French by

John W. Bolduc

Dover Publications, Inc., New York, 1963

汉译世界学术名著丛书

出版说明

我馆历来重视移译世界各国学术名著。从五十年代起，更致力于翻译出版马克思主义诞生以前的古典学术著作，同时适当介绍当代具有定评的各派代表作品。幸赖著译界鼎力襄助，三十年来印行不下三百余种。我们确信只有用人类创造的全部知识财富来丰富自己的头脑，才能够建成现代化的社会主义社会。这些书籍所蕴藏的思想财富和学术价值，为学人所熟知，毋需赘述。这些译本过去以单行本印行，难见系统，汇编为丛书，才能相得益彰，蔚为大观，既便于研读查考，又利于文化积累。为此，我们从1981年至1992年先后分六辑印行了名著二百六十种。现继续编印第七辑。到1997年出版至300种。今后在积累单本著作的基础上仍将陆续以名著版印行。由于采用原纸型，译文未能重新校订，体例也不完全统一，凡是原来译本可用的序跋，都一仍其旧，个别序跋予以订正或删除。读书界完全懂得要用正确的分析态度去研读这些著作，汲取其对我有用的精华，剔除其不合时宜的糟粕，这一点也无需我们多说。希望海内外读书界、著译界给我们批评、建议，帮助我们这套丛书出好。

商务印书馆编辑部

1994年3月

中文版译者前言

朱尔·昂利·彭加勒(Jules Henri Poincaré, 1854—1912)是法国著名的数学家、天文学家、物理学家和科学哲学家,他以其出众的才华、渊博的学识、广泛的研究和杰出的贡献赢得了国际性的声誉。

昂利·彭加勒 1854 年 4 月 29 日生于法国南希。他的父亲是一位第一流的生理学家兼医生、南希医科大学教授。他的母亲是一位善良、机敏、聪明的女性。他的叔父曾当过国家道路桥梁部的检查官。他的堂弟雷蒙·彭加勒(Raymond Poincaré)曾几度组阁,任总理兼外交部长,并于 1913 年 1 月至 1920 年初任法兰西第三共和国第九届总统。

昂利·彭加勒自幼受到良好的家庭教育,很早就对自然、历史和经典名著表现出极大的兴趣。15 岁时,他深深地爱上了数学。1872 至 1875 年,他在巴黎高等工业学校学习。从该校毕业后,年方 21 岁的彭加勒又进入国立高等矿业学校深造,打算作一名工程师,但一有空,他就劲头十足地钻研数学,并在微分方程一般解的问题上初露锋芒。1879 年 8 月 1 日,他因这个课题的论文而获得数学博士学位。在煤矿见习期间,他虽然具有一个真正的工程师的素养,但是这个职业与他的志趣不相符合。在得到博士学位四个月后,他应聘到卡昂大学作数学分析教师。两年后,他升迁到巴黎大学执教。除了在欧洲参加科学会议和 1904 年应邀到美国圣路易斯博览会讲演外,他一生的其余时间都是在巴黎大学度过的。

彭加勒是一位杰出的科学开拓者和敏锐的思想家。他在数

学、天文学、物理学和科学哲学等领域都有开创性的贡献。在短暂的一生里(仅活了 58 岁),就写了将近五百篇科学论文和 30 部专著,其中还不包括颇受欢迎的科学哲学著作和趣味盎然的科普著作(为此他被认为是法国的散文大师)。这一切,使他成为当时世界上最有智慧、最有影响的科学家之一。他被熟悉他的工作的人誉为“理性科学的活跃智囊”、“起统帅作用的天才”、“本世纪初唯一留下的全才”。

科学上的巨大成就使彭加勒赢得了法国政府所能给予的一切荣誉,也赢得了英国、俄国、瑞典、匈牙利等国的奖赏。1887 年,他被选为巴黎科学院成员,1906 年当选为巴黎科学院主席。1908 年,他被选为法国科学院院士,这是一个法国科学家所能得到的最高荣誉。

彭加勒是一位堪与高斯(C. F. Gauss)媲美的大数学家。可以说,19 世纪数学的发展一开始就在数学巨人高斯的身影笼罩之下,而后来又同样是在数学大师的彭加勒的支配之中。彭加勒被认为是 19 世纪末和本世纪初的数学主宰,是对数学和它的应用具有全面知识的最后一个人。彭加勒在数学的四个主要部门——算术、代数、几何、解析中的成就都是开创性的,尤其对函数论、代数几何学、数论、代数学、微分方程、代数拓扑学等分支都有卓越贡献。彭加勒说过,数学家具有两种截然相反的倾向。有的人具有不断扩张版图的兴趣,在攻克某个难题后,便抛开这个问题,急着出发进行新的远征。另外的人则专心致志地围绕这个问题,从中引出所有能够引出的结果。彭加勒本人则属于前一种类型。法国数学家、彭加勒的传记作家达布(G. Darboux)谈到彭加勒这一特点时说:“他一旦达到绝顶,便不走回头路。他乐于迎击困难,而把沿着既定的宽阔大道前进、肯定更容易到达终点的工作留给他。”

在天文学方面,彭加勒的主要工作有三项:旋转流体的平衡形状(1885年);太阳系的稳定性,即几体问题(1899年);太阳系的起源(1911年)。彭加勒在这些问题上的解决方法在当时十分先进,以致在40多年后,还没有几个人能够掌握他的这一锐利武器。他的早期研究成果汇集在专题巨著《天体力学的新方法》(三卷本,1892、1893、1899年)中,这部巨著被认为是开辟了天体力学的新纪元,可与拉普拉斯(P. S. M. de Laplace)的《天体力学》并驾齐驱。接着该书的是另一部三卷本著作《天体力学教程》。稍后又有讲演集《流体质量平衡的计算》和一本历史批判著作《论宇宙假设》。达布在评价彭加勒的这些工作时说:“在50年间,我们生活在著名德国数学家的定理上,我们从各个角度应用、研究它们,但是没有添加任何基本的东西。正是彭加勒,第一个粉碎了这个似乎是包容一切的框架,设计出展望外部世界的新窗户。”

彭加勒讲授物理学达20年以上,结果使他成为理论物理学所有分支的第一流专家。他特别偏好光理论和电磁理论,研究了三维连续统的振幅,弄清了导热问题以及势论方面的电磁振荡问题,论证了狄利克雷原理。值得指出的是,彭加勒对物理学革命作出了直接贡献。由于他的建议,客观上促成贝克勒耳(H. Becquerel)于1896年发现了放射性。是他的推动,使洛伦兹(H. A. Lorentz)于1904年提出了完整的经典电子论。彭加勒是相对论的先驱。早在1900年之前,他就掌握了建造相对论的必要材料:他于1895年第一个提出尝试性的建议,认为象相对性这样的原理应该是必要的;1898年,又是他第一个讨论了假定光速对所有观察者都是常数的必要性,同时还讨论了用交换光信号确定两地同时性的问题。他在1904年还惊人地预见了新力学的大致图象。尤其使人赞叹的是,在1904年后期到1905年中期,彭加勒给洛伦兹写了三封信,其中在第三封信中完成了洛伦兹变换形成一个群的证明。

这三封信的思想后来写在《论电子动力学》(1905年6月5日发表了缩写本,全文于1906年发表。需要说明的是,爱因斯坦的狭义相对论论文是1905年9月发表的)一文中,为了符合在具有确定的正规度 $x^2 + y^2 + z^2 + \tau^2$ ($\tau = ict$) 的“四维空间”中的不变量理论,他首次使用了虚时间坐标。这正是闵可夫斯基(H. Minkowski)1908年把狭义相对论数学化的思想精髓。

1911年的索耳未(Solvay)物理学会议使量子论越出了德语国家的国界,大大激励了彭加勒的敏锐思想,促使他在临终前的半年时间内,以难以置信的毅力和速度从事这项困难的研究,写出了长篇专题论文和一篇评述性文章,在学术界(特别是在英国学术界)产生了很大影响,在量子论的传播和发展中作出了新贡献。此外,彭加勒在20世纪开头就洞察到物理学危机,并对它进行了系统的分析和论述。他认为,物理学危机是物理学发展的必经阶段,它预示着一种行将到来的变革,是物理学革命的前夜,因此它是好事而不是坏事。他正确地指出,要摆脱危机,就要在新实验事实的基础上重新改造物理学,使力学让位于一个更为广泛的概念。他一再肯定经典理论的固有价值,针锋相对地批判了“科学破产”的错误观点,对科学的前途充满信心。这些论述,对物理学家清醒地认识物理学面临的大变革形势,澄清一些风靡一时的糊涂观念不无裨益。

彭加勒对科学和数学的哲学意义一直怀有浓厚的兴趣。他于1902、1905和1908年先后出版了《科学与假设》、《科学的价值》和《科学与方法》。在他逝世后的第二年,勒邦(G. Le Bon)集其遗著编辑出版了《最后的沉思》(1913年),这是彭加勒所期望的第四本科学哲学著作。彭加勒的这些著作被译成英、德、俄、西班牙、匈牙利、瑞典、日、中等文字,几乎传遍了整个世界。

在科学哲学上,彭加勒继承了马赫(E. Mach)和赫兹

(H. Hertz)的传统,汲取了康德(I. Kant)的一些思想,并通过对他的科学研究实践的总结和对当时科学成就的深思,提出了不少富有启发性的新思想。彭加勒是约定主义的创始人,他本人是一位温和的约定主义者。他承认科学的目的是寻求真理,即使科学原理(有别于定律)也要由实验来最终裁决,因为实验是真理的唯一源泉。他充分肯定了科学的固有价值,认为科学发展具有连续性和继承性,在科学理论的更迭中,真关系将通过溶化在更高级的和谐中而得以保留。这完全是科学实在论即唯物论的态度。彭加勒通过对科学的哲学反思看到,无论是康德的先验论,还是马赫的经验论,都不能说明科学理论体系的特征,为了强调在从事实过渡到定律以及由定律提升为原理时,科学家应充分享有发挥能动性的自由,他提出了约定主义。彭加勒认为,在数学及其相关的学科中,可以看出自由约定的特征。约定是我们精神自由活动的产品。我们在所有可能的约定中进行选择时,要受实验事实的引导;但它仍是自由的,只是为了避免一切矛盾起见,才有所限制。约定主义既要求摆脱狭隘的经验论,又要求摆脱先验论,它反映了当时科学界自由创造、大胆假设的要求,在科学和哲学上都有其积极意义。彭加勒的约定主义和马赫的经验主义是逻辑经验主义兴起的哲学基础,因此彭加勒理所当然地被认为是逻辑经验主义的始祖之一。彭加勒也是一位热情的理性主义者和理想主义者。

彭加勒对科学方法论问题也有专门研究。关于假设、科学美、简单性原则、事实的选择、直觉与发明创造,他都有精彩的论述和独到的见解。彭加勒还兴趣十足地探讨了物理学理论的形式和系统的特点,也涉及发现的心理学方面的问题。在数学哲学上,彭加勒在发现了数学悖论的情况下复活了直觉主义,并且形成了广泛的运动,他的立场使他成为数学直觉主义学派的先驱。他批判了罗素(B. Russell)、皮亚诺(G. Peano)等人为代表的逻辑主义和以

希尔伯特(D. Hilbert)等人为代表的形式主义,但也不是完全排斥它们。

毋庸讳言,彭加勒的科学哲学思想并非完美无缺,但是确有许多东西值得借鉴和汲取,我们相信,聪明的读者肯定会以公允的态度正确对待这一历史遗产。在这里值得指出的是,彭加勒是一位学识渊博的科学家,他在论证自己的哲学观点时,不仅大量引证了他所精通的数学、物理学、天文学方面的材料,而且也旁及化学、生物学、地质学、生理学、心理学等领域,他所掌握的材料丰富绝非纯粹哲学家所能企及;同时,他也是一位具有哲学头脑的科学家,他研究、探索的问题,往往超出了一般科学家的视野。由于他具有如此优越的条件,所以在他的有关论述中,不时迸发出发人深省的思想火花,其中有些论点可以当之无愧地列为人类的思想财富。难怪爱因斯坦称他为“敏锐的深刻的思想家”。

1912年7月17日,彭加勒在久病之后,因栓子(堵塞血管使血管发生栓塞的物质)而十分突然地去世了。在茫茫的夜空中,一颗“智多星”陨落了!这颗“智多星”曾发出了他所能发出的熠熠光亮,即使在坠入大地之前,也要把最后一道余光毫无保留地奉献给人间。1912年初,彭加勒还在思考一个新数学定理,这就是把狭义三体问题周期解的存在归结为平面的连续变换在某些条件下不动点的存在问题。他感到自己没有精力彻底解决这个问题了,便一反通常的习惯,把这篇“未经深究和修改的论文”寄给《数学杂志》请求发表,希望它能将其他人“引到新的、未曾料到的路线上”。同年春,彭加勒再次患病,但他还是顽强地工作着。4月,他在法国物理学会的一次讲演中又谈到他冥思苦想的量子论问题,他要求人们不要为推翻根深蒂固的旧见解而烦恼。在当月发表的评述性文章中,他明确指出:“把不连续引入自然定律”,“这样一个非同寻常的观点能够成立”,“自牛顿以来,自然哲学所经历的最引人注

目的革命可能就在其中”。他甚至大胆地猜测,量子跃迁也适合于宇宙万物,宇宙会突然地从一个状态跃迁到另一个状态,但是在间歇期间,它依然是不动的。宇宙保持同一状态的各个瞬时不再能够相互区别开来,这将导致时间的不连续变化,即时间原子(atom of time)。彭加勒在临终前三周,即1912年6月26日,又抱病在法国道德教育联盟成立大会上发表了最后一次公开讲演。他说:“人生就是持续的斗争”,“如果我们偶尔享受到相对的宁静,那正是我们先辈顽强地进行了斗争。假使我们的精力、我们的警惕松懈片刻,我们就将失去先辈为我们赢得的成果。”他还指出:“强求一律就是死亡,因为它对一切进步都是一扇紧闭着的大门;而且所有的强制都是毫无成果的和令人憎恶的。”彭加勒的一生就是自由思考、持续斗争的一生。

可是,彭加勒本人及其思想曾被不少人误解和曲解。长期以来,在前苏联、东欧、日本和我国的许多出版物中,彭加勒竟被描绘成在科学史上“兴风作浪”的反面人物,他就哲学问题所发表的见解也被斥为“唯心主义的胡说”,“任何一句话都不可相信”。当我们用事实*拭去他脸上厚厚的油彩和尘埃时,难道不应该作一点历史的沉思吗?

《最后的沉思》法文原版于1913年出版。1963年,在美国纽约出版了该书的英译本——《数学和科学:最后的论文》。中译本按英译本译出。彭加勒的这部遗著收录了彭加勒在最后的科学生涯中就数学和科学以及它们的哲学所发表的九篇文章和讲演,其中包含着他的一些值得注意的见解。

* 关于这方面的详细材料,请参见李醒民:《昂利·彭加勒——杰出的科学开拓者和敏锐的思想家》,《自然辩证法通讯》,1984年第3期。

《规律的演变》一文就自然规律问题进行了哲学思考；《空间和时间》讨论了相对性问题；《空间为什么有三维？》对这个问题作了新颖的解释；《无限的逻辑》讨论了罗素的类型理论；《数学和逻辑》分析了实用主义和康托尔主义对数学在逻辑中的作用的见解，提出了作者自己的看法；《量子论》是作者临终前不久写的一篇评述性文章，论述了量子论及其应用，阐述了作者独到的观点；《物质和以太之间的关系》讨论了世纪之交物理学家普遍关心的问题；最后两篇《伦理和科学》及《道德联盟》论述了伦理和科学的关系，说明了科学在道德教育中的重大作用。这些文章和讲演文笔流畅、言简意赅、发人深省，值得对科学与哲学有兴趣的读者一读，对从事科学史、科学思想史、科学哲学研究的同志，尤其有参考价值。

本书的翻译和出版得到许良英、高崧及商务印书馆哲学编辑室有关同志的大力支持，范岱年同志在百忙中抽时间校对译文，在此一并致谢。由于译者水平所限，译本中的错误在所难免，欢迎读者批评指正。

李 醒 民

目 录

英文版译者说明.....	1
法文版前言.....	2
第一章 规律的演变.....	3
第二章 空间和时间.....	19
第三章 空间为什么有三维?	30
第四章 无限的逻辑.....	52
第五章 数学和逻辑.....	75
第六章 量子论.....	87
第七章 物质和以太之间的关系.....	103
第八章 伦理和科学.....	117
第九章 道德联盟.....	132
索引.....	137

英文版译者说明

正如诗人为了以充分的气势表达他的思想,使完成的作品获得必要的节奏和韵律而必须寻找合适的字眼一样,译者为了用一种语言准确地、以同样的气势传达作者用他原来的语言所阐述的思想,也必须如此,只有这样才能达到恰如其分的描述。在这个过程中,语言——按译者的看法——往往丧失它们的一致性,并且一种语言往往具有其他语言所没有的特殊风格。

因此,我特别感谢华莱士·L. 戈尔茨坦博士,他帮我指出由于两种语言的结合而产生的语法结构方面的缺憾。在校对原稿和编制索引方面,他的帮助同样是重要的。但是,最后结果中的任何错误都是我本人的。

约翰·W. 布尔达克

法文版前言

在《最后的沉思》的书名下收集了各种不同的文章和讲演，昂利·彭加勒先生本人期望它们能构成他的科学哲学著作的第四卷。以前的所有论文和文章都已经包括在前三卷中。

指出前三卷惊人的成功也许是多余的。在这些书中，作为最杰出的现代数学家的彭加勒被证明是一位著名的哲学家和作家，他的著作深深地影响了人类的思想。

十分可能，假使昂利·彭加勒自己出版这本书，他也许会修改某些细节，消除一些重复。但是，在我们看来，考虑到对这位伟大人物的敬意，不应该对他的原文作任何删改。

用对昂利·彭加勒著作的评论来作这本书的前言，似乎同样是多余的。许多学者已经对这些著作作过评价，任何评述恐怕都不会增加这位伟大天才的荣耀。

G. 勒邦

第一章 规律的演变

1

布特鲁(Boutroux)先生在他的论自然规律偶然性的著作中问道:自然规律是否不轻易变化呢?如果世界连续不断地演化,那么支配世界这种演化的规律本身是否唯一地被排除在所有的变化之外呢?这样一种概念从来也没有被科学家接受,在他可能理解这种概念的意义,除非否认了科学的合理性和真正的可能性,科学家是不会接受它的。但是,哲学家却保留着询问这一问题的权利,以便考虑它所限定的各种答案,审查这些答案的后果,并力图使它们与科学家的合理要求协调一致。我乐于考虑该问题能够呈现出的几个方面。因此,我将不得出所谓的结论,而是得出各种各样的想法,这些想法也许不会使人兴味索然。在这个过程中,如果我随意详细地考虑某些有关的问题,我希望读者宽恕我。

I

首先,让我们设想数学家的观点。让我们暂且承认,物理规律在很长的世世代代的过程中已经经历了变化,让我们扪心自问,我们是否会具有觉察到这些变化的手段。让我们首先不要忘记,在人们生活和思考过的若干世纪之前,有一个无法比拟的更漫长的时期,当时人类还不存在呢;毫无疑问,今后接着的将是人种灭绝的时代。确实,如果我们要相信规律的演变,那么这种演变只能是很缓慢的,以致在人类能够论证的若干年内,自然规律只会经历不
2
显著的改变。如果规律在过去的确演变了,我们必须通过地质学

www.docsriver.com 定制及广告服务 小飞鱼
更多**广告合作及防失联联系方式**在电脑端打开链接
<http://www.docsriver.com/shop.php?id=3665>



www.docsriver.com 商家 本本书店
内容不排斥 转载、转发、转卖 行为
但请勿去除文件广告宣传页面

若发现去宣传页面转卖行为，后续广告将以上浮于页面形式添加

www.docsriver.com 定制及广告服务 小飞鱼
更多**广告合作及防失联联系方式**在电脑端打开链接
<http://www.docsriver.com/shop.php?id=3665>



上的过去来了解。以前的[地质]时代的规律是今天的规律吗？明天的规律还将是相同的吗？当我们询问这样一个问题时，我们必须把什么样的意义赋予“以前”、“今天”和“明天”这些词语呢？所谓“今天”，我们意指有历史记载的时期；所谓“以前”，我们意指有历史记载之前的亿兆年，在这个时期，鱼龙安宁地生活着，没有什么哲学思考；“明天”意谓随后的亿兆年，在这个时期，地球将变冷，人类将既没有眼睛去观察，也没有大脑去思考。

由此看来，规律是什么呢？它是前因和后果之间、世界的目前状态和直接后继状态之间的恒定联系。知道宇宙每一部分目前的状态，通晓所有自然规律的理想的科学家就会掌握固定的法则，运用这些法则推导这些相同的部分在明天所处的状态。可以设想，这个过程能够无限地进行下去。知道世界在星期一的状态，我们便能够预言它在星期二的状态；知道星期二的状态，我们便能够用同样的过程推断它在星期三的状态；如此等等。但是这并非一切；如果在世界的星期一的状态和星期二的状态之间存在着恒定的联系，那么就有可能从第一种状态推论出第二种状态。可是，这个过程也可以反过来进行；也就是说，如果已知世界在星期二所处的状态，就有可能推断出星期一的状态；从星期一的状态我们将能推断出星期天的状态；如此等等。因此，有可能向后以及向前追踪时间的进程。知道了现在，掌握了规律，我们就能够预言未来，但我们同样也能够了解过去。这个过程基本上是可逆的。

由于我们在这个结合点上采取数学家的观点，因此我们必须给这个概念以它所要求的全部精确性，即使它变得必需利用数学语言。那么我们应该说，规律的主体等价于把宇宙的不同元素的变化速度与这些元素的现在值联系起来的微分方程组。

正如我们知道的，这样一个微分方程组包含着无限个数的解。但是，如果我们取所有元素的初始值，即取它们在 $t = 0$ 时刻(这在

日常语言中相当于“现在”)的值,那么解就完全被确定,以致我们能够计算所有元素在无论任何时候的值,不管我们假定相应于“未来”的 $t > 0$, 还是假定相应于“过去”的 $t < 0$ 。重要的是要记住,从现在推导过去的方式与从现在推导将来的方式没有区别。 3

因此,我们认识地质上的过去意味着什么呢;也就是说,我们认识规律可能已经变化了的以前时代的历史意味着什么呢?这种过去不能被直接观察到,我们只是通过它留在现在的痕迹认识它。我们只有通过现在认识过去,我们只能通过我们刚刚描述的〔推断〕过程推断过去,这个过程将容许我们以同样的方式推断未来。但是,这个推断过程能够揭示规律的变化吗?显然不能,因为我们只能在假定规律没有改变的情况下精确地应用这个原则;例如我们仅仅直接知道世界在星期二的状态和把星期天的状态与星期二的状态联系起来的法则。因此,应用这些法则将使我们知道星期天的状态;可是如果我们希望进一步探索,希望推断世界在星期六的状态,那么我们绝对有必要承认,容许我们推断从星期一到星期天的同一法则在星期天和星期六之间还是有效的。没有这一点,容许我们推断出的唯一结论就是,不可能知道在星期六发生了什么。因而,如果规律的不变性在我们所有推断过程的前提中起作用,那么它必然在我们的结论中出现。

知道行星现在的轨道,勒维烈(Leverrier)能够根据牛顿定律计算这些轨道在一万年后将是什么样子。无论他在计算中运用什么方法,他决不能认为牛顿定律在几千年中会变得不正确。他只要在他的公式中改变时间因子的符号,便能够计算出这些轨道在一万年前是什么样子。但是他预先肯定没有发现牛顿定律并非总是正确的。

总之,我们无法认识过去,除非我们承认规律不改变;如果我们承认这一点,那么规律演变的问题就毫无意义;如果我们不承认

这个条件,那么认识过去的问题便不可能有解,正如与过去有关的所有问题一样。

II

- 4 然而,人们可能会发问:应用刚刚描述的过程就不能导致矛盾吗?或者,如果我们希望的话,我们的微分方程就不能无解吗?既然在我们论证开始时提出的规律不变性的假说导致出荒谬的结果,那么我们已格外荒谬地证明了,规律已经改变,同时我们永远也不能知道是在什么意义上的改变。

既然这个过程是可逆的,我们刚刚说过的道理同样可以适用于未来,似乎存在着这样一些情况:那时我们能够说,在一个特定的日期之前,世界会到达末日或改变它的规律;例如,当我们的计算表明,在那一天我们必须考虑的一些量中的一个正好变成无限或呈现出物理学上不可能的值。世界末日或改变它的规律将是同样的事情;与我们的规律不相同的世界将不再是我们的世界,而是另一个世界。

研究现在的世界和它的规律将会导致我们易于表述这样一些矛盾,这是可能的吗?规律是通过经验得出的;如果规律告诉我们,星期天的条件 A 把我们引向星期一的条件 B ,这是因为我们既观察到条件 A 也观察到条件 B 。因此,正是因为这两个条件没有那一个在物理学上是不可能的。如果我们进一步追踪这个过程,如果我们完成了从一天到下一天,即从条件 A 到条件 B 的每一时间进程,接着完成从条件 B 到条件 C ,然后从条件 C 到条件 D 等等的每一时间进程,这是因为这些条件在物理学上是可能的。例如,假如条件 D 在物理学上是不可能的,我们就绝不能获得经验,来证明条件 C 在某一天结束时产生条件 D 。不管推导进行得

多么长,我们因此永远达不到在物理学上是不可能的条件,即得不出矛盾。如果我们的表述之一没有摆脱矛盾,那么我们或许已经超越了经验的界限;我们也许已经外推到界限之外了。例如,让我们设想,我们观察到,在给定的环境下,一个物体的温度每天降低一度。如果它现在的温度是 20°C , 我们便可以计算出,在 300 天后温度将是 -280°C ; 这将是荒谬的,在物理学上是不可能的,因为绝对零度是 -273°C 。这怎么能够加以解释呢? 我们曾经观察到温度从 -279°C 降到 -280°C 吗? 当然没有,因为这两个温度不可能被观察到。例如,我们看到,在 0°C 和 20°C 之间,该规律是正确的,至少十分近似地正确,但我们不恰当地得出结论说,它在 -273°C 甚至在低于此温度时同样也是正确的。我们已经犯了无 5 根据的外推的错误。但是,存在着无限多个外推经验公式的方法,在这些方法中,总是可以选择一种排除那些在物理学上是不可能的状态的方法。

我们仅仅是不完全地认识一些规律。经验只不过限制我们的选择;从经验容许我们选择的所有规律中,总可能找到某些规律,这些规律不会把我们引向我们刚才提到过的那类矛盾,并且能够迫使我们得出规律并非永远不变的结论。能证明规律演变的这样一种手段还未被我们发现,不管它涉及到证明规律将要改变,还是涉及到证明规律已改变。

III

在这点上,我们会面对这样一个实际的争论。“你们说,在从现在论证过去的尝试中(这是通过理解规律而成为可能的)我们将永远不会遇到矛盾。然而,科学家却遇到了这样的矛盾,这不可能像你们所想的那样十分容易防止。我姑且承认,它们可能只不过

乍看起来是矛盾,或者我们可以继续希望去解决它们;但是,按照你们的推论,即使表面的矛盾也是不可能的。”

让我们立即引证一个例子。如果我们根据热力学定律计算太阳已经能够发热的时间长短,我们确定这大约是五千万年。对于地质学家来说,这个时间长度是不够的。不仅对于有机生命的进化来说,如此迅速地发生是不可能的——这是我们可能会争论的一个方面——而且我们发现存在植物和动物残骸的地层沉积恐怕也需要十倍长的时间,没有太阳光,这些动植物是不会茁壮成长的。

使矛盾成为可能的理由在于,所依据的地质学的证据与数学家的证据大为不同。当我们观察相同的效果时,我们推论原因也是一致的。例如,当我们发现属于现在活着的一个科的动物的化石时,我们得出结论说,使这些动物旺盛繁殖的一些必要条件在包含沉积这些动物化石的地层时代的同一时期也完全存在。

乍看起来,那是数学家所运用的相同的方法,在前一节我们已设想了数学家的观点。数学家也得出结论,既然规律没有变化,同一的效果只能够由同一的原因产生。然而存在着一个基本的差别。让我们考察世界在一个给定瞬时和较早一个瞬时的状态。世界的状态,或者甚至是世界很小一部分的状态都是极其复杂的,都依赖于大量的要素。为了简化解释,我们将假定只有两个要素,使得这两个给定的量足以规定这一状态或条件。例如,在稍后的瞬时,这些已知量将是 A 和 B ; 在稍前的瞬间是 A' 和 B' 。

数学家从收集到的经验定律中推导出的公式告诉他,状态 AB 只能够从先前的状态 $A'B'$ 中产生出来。但是,如果他只知道一个给定的量,例如 A , 而不知道 A 是否被另一个给定的量 B 伴随着,那么他的公式不容许他得出任何结论。至多,如果现象 A 和 A' 对他来说似乎是相互关联的,而 B 和 B' 却相对独立,那么他

将论证从 A 到 A'；总之，他都不能仅仅从条件 A 推导出两个条件 A' 和 B'。相反地，只观察到效果 A 的地质学家将会得出结论，这个效果只能通过原因 A' 和 B' 的会聚来产生，从朴素的观点看来，原因 A' 和 B' 往往产生这个效果。因为在许多情况下，这个效果 A 是如此特殊，以致任何产生相同结果的任何其他原因的会聚是绝对不可能的。

如果两个有机体是相同的或仅仅是类似的，那么这种类似性不能归因于机遇，并且我们能够断言，它们已在类似的条件之下存在。在发现它们的残骸时，我们将不仅肯定，曾经存在一种类似于我们看到已从中发育出相似的生物的种子，而且也将确定，为了该种子的发育，外界温度是不太高的。否则，这些残骸正如十七世纪人们认为的那样，只不过是天生的怪物。不用说，这样一个结论是与情理绝对相反的。而且，有机物残骸的存在只不过是比其他情况更为令人瞩目的极端例子。我们可以把我们自己限制在无机世界，并且依然可以引证同类例子。

因此，地质学家从而能够在数学家无能为力的场合引出结论。但是，我们注意到，地质学家不再像数学家那样信心十足地反对矛盾。如果他从单一的情况引出有关以前许多情况的结论，如果结论的范围在某些方面比前提的范围更为广泛，那么有这样的可能，从特定观察得出的推论将与从另外的观察推导出的结论不一致。⁷ 每一个孤立的事实都可以说是一个发光中心，数学家从这些事实中的每一个推导出单一的事实；地质学家从它们中推导出复合的事实。从给定的光点，他推知或大或小尺度的光轮。然后，两个光点将给他两个可能重叠的光轮；从而具有冲突的可能性。例如，如果他在地层中发现在低于 20℃ 的温度下不能旺盛繁殖的软体动物，他将得出结论说，这个区域的海洋在那个世代曾经是温暖的。可是后来，如果他的一个同事在同一地层发现了另外一种在温度

高于 5℃ 就会死亡的动物, 他会得出结论说, 这些海洋是寒冷的。

人们有理由期望, 观察结果事实上不会有矛盾, 或者矛盾并非不可解决。但是, 可以这样说, 我们不再保证通过形式逻辑的规则本身来防止矛盾。这样, 通过像地质学家那样所作的推理, 我们可能感到奇怪, 我们是否将在某一天不被引导到一个荒谬的结果去呢, 这个结果将迫使我们承认规律的可变性。

IV

让我在这里暂且离开主题。我们刚才看到, 地质学家具有一种工具, 这种工具是数学家所缺少的, 它容许地质学家从现在得出有关过去的结论。为什么同样的工具不容许我们从现在作出有关将来的推论呢? 假若我遇到一个二十岁的人, 我确信他走过了从童年到成年的一切阶段, 从而确信在过去二十年间地球上未曾有过消灭一切生命形式的灾变。但是, 这并没有以任何方式向我证明, 在下一个二十年内将不存在灾变。我们有方法认识过去, 当涉及到未来时, 这种方法却使我们失望, 正是这个缘由, 对我们来说, 未来似乎比过去更为神秘。

我不得不提到我过去写的关于机遇的一篇文章。在那篇文章里, 我请求注意拉朗德(Lalande)先生的意见。与此相反, 他曾经说过, 即使未来由过去决定, 而过去却不由未来决定。按照他的观点, 一个原因只能够产生一个结果, 而相同的结果却能够由几个不同的原因产生。如果事情是这样的话, 过去可能是神秘的, 未来却容易认识。

8 我不能接受这种意见, 可是我已指明, 它的起源可能是什么。卡诺(Carnot)原理告诉我们, 能量不会被消灭, 但却能够消散。温度趋向于一致, 世界趋向于均匀, 即趋向于死寂。因此, 原因上的

巨大差别只在结果上产生些微差别。一旦结果上的差别变得小到无法觉察,我们就不再有任何方法了解过去在产生这些结果的各种原因之间存在的差别,不管这些差别曾经多么大。

然而,这恰恰是因为,所有事物都趋向于死寂,而生命则是一个必须加以解释的例外。

设滚动着的卵石由于机遇离开山坡,它们都将滚落到山谷为止。如果我们在山脚下找到它们中的一个,那么这将是一个平常的结果,它无法告诉我们卵石原先的来历,我们将无法了解它在山上的初始位置。可是,假使我们偶尔在山顶附近发现一块石子,我们能够断言,它总是在那里,因为如果是在斜坡上,它就会滚到最低处。我们比较肯定地作出这一断言,该事件愈是例外,这种情况不会发生的机遇也愈大。

V

我只是顺便提起这个问题,它值得更多地思考,但是我不希望离题太远。地质学家的矛盾将永远引导科学家作出有利于规律演变的裁决,这是可能的吗?首先,让我们注意,仅仅是在它们的初始阶段,科学使用了类似于现在地质学必定感到满足的推理方法。当科学发展时,它们接近天文学和物理学似乎已经达到的状态,在这个状态,规律能够用数学语言确切地加以说明。假若如此,我们在这篇论文开始所说的东西将再次被认为是无条件地正确的。但是,许多人认为,所有的科学必定或快或慢地一个接一个地经历了同样的演化过程。如果是这种情况,那么可能产生的困难只不过是暂时的,并且当科学一旦进步到超过幼年阶段,这种困难注定要消失。

但是,我们不需要等待这种不确定的未来。地质学家的类比 9

推理方法由什么组成呢？一个地质学事实对他来说是如此类似于现在的事实，以致于他不能够设想把这种类似性归因于机遇。他相信，只要他假定这两个事实在完全相同的条件下产生，他就能够解释这种类似性。他会设想，条件是相同的，下述情况除外：如果自然规律在此期间同时变化了，那么整个世界会变化到无法辨认的程度。他可能会坚信，温度一定是保持相同的，而作为推翻整个物理学的一个后果，温度的影响恰恰会变得完全不同，以致于甚至温度这个词会失去所有的意义。显然，无论发生什么情况，他永远也不会接受这个观点。他看待逻辑的方式是绝对反对这种观点的。

VI

如果人类的生存时间比我们设想的还要长，长到足以看到规律的显著改变，事情将会怎么样？接着还有，如果人类已经获得足以感觉到这种规律改变的仪器——不管规律的改变是多么缓慢——在几代人之后就变得可以分辨，事情又将怎样？从而，我们将不再通过归纳和推理，而宁可通过直接的观察来了解规律的改变。一些先前的论据不会完全失去它们的价值吗？记载我们祖辈经验的回忆录只不过是过去的遗迹，它们向我们提供的仅仅是这种过去的间接知识。对于历史学家来说，古老的文献就是地质学家的化石，而以前科学家的成就只不过是古老的文献而已。至于以前那些科学家的思想倾向，除了关于以前时期的人与我们相类似的程度之外，它们什么也没有揭示出来。如果世界的规律是变化的，宇宙的所有部分都会受到影响，人类也不能够逃避这些影响。即使我们暂且承认人类能够在新的环境里兴旺繁盛，但也必须有所改变，以便能够适应这种环境。而且，以前时代的人的语言

对我们来说会变得不可理解；那些人所使用的词汇对我们已不再有任何意义，或者对他们来说具有不同的意义。即使物理学规律依然保持不变，但在几个世纪以后发生的事情难道不是那样吗？

于是，我们返回到相同的两难困境：或者古文献在我们看来仍然是完全清楚的，因而世界将依然是相同的，那些文献不能告诉我们任何不同的东西；或者古文献将成为不可理解之谜，根本不能够告诉我们任何事情，甚至不能告诉我们规律已经演变。我们充分地了解到，使文献变成死文字的情况几乎不可能发生。

再者，古人像我们一样，只具有一些自然规律的零碎知识。我们总能够找到某些方法把这两种片断知识联系起来，即使它们依然是未经触及的；如果留给我们的只是最古老的片断知识的模糊的、不确定的和已被半遗忘的图象，那么就更有理由去做这个工作。

VII

让我们采取另一种观点。通过直接观察得到的规律永远只不过是作为结果而产生的东西。让我们以马利奥特(Mariotte)定律为例。对大多数物理学家来说，它仅仅是气体分子运动论的结果；气体分子以相当大的速度运动着，它们描绘出复杂的轨迹，如果我们知道它们相互吸引和排斥的规律，我们就能够写出它们的严格的方程式。根据概率计算法则分析这些轨迹，我们成功地证明，气体的密度正比于它的压力。

因而支配可见物体的规律可简单地归结于分子规律。

而且，规律的简单性仅仅是表面的，它隐藏着极其复杂的实在，因为实在的复杂性是由大量的分子来度量的。可是，恰恰因为这个数目是很大的，以致细节上的不一致相互得以补偿，从而我们

认为存在着和谐。

分子本身可能是小型的世界；它们的规律也可能只是作为结果而发生的，为了发现原因，我们要继续延伸到分子的分子，而不知道这个过程何时可告结束。

因此，可观察的规律取决于两件事：分子的规律和分子的排列。享有不变性的正是分子的规律，因为这些规律是真正的规律，
11 而其他规律只不过是表观的规律而已。但是，分子排列能够变化，可观察的规律也随之变化。这也许是人们相信规律演变的一个理由。

VIII

我设想一个各个部分都能如此完全地传导热量的世界，以致它们始终保持温度平衡。这样一个世界的居民不可能有我们称之为温度差的概念，在他们的物理学著作中，也没有论述计温学的章节。除此而外，这些著作可以是相当完备的，它们会告诉我们许多规律，即使这些规律比我们的规律要简单得多。

现在，让我们设想，这个世界由于辐射而慢慢冷却下来，温度仍将处处保持均匀，但却随时间的推移而降低。我还设想，一个居民处于嗜眠症状态，在几百年后才苏醒过来。由于我们已经假定了如此之多的情况，让我们姑且承认，他能够生活在一个较冷的世界里，并且能够回忆起以前的经验。他将观察到，他的子孙还在写物理学著作，他们仍然没有提及计温学，但是他们讲授的规律完全不同于他所认识的规律。例如，他曾被告知，水在 10 毫米汞柱的压力下沸腾，而新的物理学家观察到，为了使水沸腾，压力必须减小到 5 毫米汞柱。他已知的处于液态的物体现在仅以固态的形式出现，如此等等。宇宙各部分之间的相互作用都取决于温度，只要

一旦温度变化了,每一种事物都要被打乱。

好了,正如那个幻想世界的居民对温度无知一样,我们也不知道这样一个物理实在,那么我们是否知道确实没有这样一个物理实在?与一个球的温度通过辐射而持续地丧失它的温度不一样,这个物理实在是否不持续地变化,而且这种变化是否不引起所有规律的变化,我们知道这些吗?

IX

让我们返回到我们想象的世界,让我们扪心自问,这个世界的 12
居民在没有重复以弗所*睡眠者的故事的情况下,是否不会注意到这种演变。毫无疑问,无论在这个行星上热传导是多么完全,传导性也不会是绝对的,极微小的温度差还是有可能的。这些在一段很长的时间也许观察不到,但是可能有那么一天,会设计出更灵敏的测量仪器,一些有才能的物理学家将会揭示出这些几乎感觉不到的差别的证据。在提出一种理论后,人们就会看到,这些温度差影响所有的物理现象。最后,一些哲学家的观点在他的大多数同代人看来似乎是冒险的和轻率的,他们宣称,宇宙的平均温度在过去可能已发生了变化,所有已知的规律也已随之变化。

我们不可能做某些类似的事情吗?例如,力学的基本定律长期被认为是绝对的。今天,一些物理学家说,应该修正它们,或者确切地讲,应该使它们更为广泛一些;它们仅仅对于我们已经习惯了的速度来说是近似正确的;在速度与光速可以相比时,它们就不

* 以弗所(Ephesus)是小亚细亚的一个古城。关于以弗所睡眠者的意思,请参阅新约圣经中的圣保罗致以弗所居民使徒书和帕德里克·科拉姆(Padraig Colum)的《森林中的铁匠铺》(*The Forge in Forest*)一书中的“七个睡眠者”一节(第295—302页)(麦克米伦公司)。——英译者注

再正确了。这些物理学家把他们的观点建立在用镭所做的某些实验的基础上。旧的动力学定律在我们通常的物理环境下实际上仍然同样正确。但是,我们难道不能以某种类似的逻辑说,作为不断丧失能量的结果,物体的速度必然已趋向于减小,因为它们的主要的活力趋向于转化为热;通过把这个过程追溯到足够遥远的过去,我们可以发现与光速可以相比的速度并非是例外情况的那样一个时期,此时结果是,经典动力学定律已不再正确了吧?

另一方面,让我们假定,可观察的规律不过是取决于分子定律和分子排列的结果。当科学进步使我们通晓这种相依性时,我们无疑可以严格地凭借分子定律推知,分子排列必然曾经一度不同于今天的排列,从而可观察的规律并非总是相同的。因此,我们能够得出结论,规律是可变的,但是我们必须仔细地注意到,这是由于它们的不可变原理。我们可以断言,表观的规律变化了,但这只是因为以前看作是真实规律的分子定律被认为是不可改变的。

X

- 13 这样一来,不存在我们能够肯定地阐述的单个定律,它在过去像在今天一样,总是在同样的近似程度上是真的;事实上,我们甚至不能肯定地阐述,我们将永远也不能够证明它在过去是假的。然而,在这一点上没有什么东西妨碍科学家坚持他对不变性原理的信念,因为从来也没有一个定律降到昙花一现的地位,它只是被另一个更为普遍、更为全面综合的定律所取代;由于旧定律的废除归因于这种新定律的出现,以致将不会有空位期,[不变性]原理将依旧完整无损;由于变化是通过这些原理发生的,这些变化本身似乎正是明显地证实了它们。