



新世纪万有文库

科学与假设

李醒民 译

昂利·彭加勒 著

辽宁教育出版社

1
2

本文库为国家“九五”重点图书出版规划项目

世纪万有文库

科学与假设

昂利·彭加勒 著

李醒民 译



辽宁教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学与假设 / (法) 昂利·彭加勒著; 李醒民译. - 沈阳:
辽宁教育出版社, 2001.2

(新世纪万有文库·第5辑·外国文化书系)

ISBN 7-5382-5893-0

I. 科… II. ①彭… ②李… III. 科学哲学-文集
IV. N02-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 58239 号

学术策划	王 土 林 夕 柳 叶
文库工作室	俞晓群 刘国玉 王之江 柳青松
总发行人	俞晓群
责任编辑	王之江 王丽君
美术编辑	吴光前
封面设计	郑在勇
责任校对	李守勤
出版	辽宁教育出版社 (沈阳市十一纬路 25 号)
发行	辽宁省新华书店
印刷	沈阳新华印刷厂
版次	2001 年 2 月第 1 版第 1 次印刷
开本	787 毫米×1092 毫米 1/32 印张 6.5
字数	138 千字 插页 1
印数	1—3 000 册
定价	8.00 元

《新世纪万有文库》第五辑弁言

《新世纪万有文库》出到现在，已略近原先计划的千册之数。很遗憾，这套书至今还没成为读书界的畅销读物或热门抢购的对象，估计今后也不大可能。但是我们还是会出下去。这源于我们对出版界“保留书目”的必要的认识。出版业的前辈陈原先生有云：

“……保留书目，对一个出版社来说，是头等重要的事；没有保留书目，就不能有文化积累。如果我们出一本书，‘扔’一本书，那么，办出版社就没有什么成效了。所谓‘扔’，主要是‘四人帮’和极左路线的流毒影响。‘赶形势’，出了书就过时，积累不下来，还有对过去的书一棍子打死，统统否定。另外还有几种情况，一是内容经不起考验，出了一版就没有生命力了；二是内容还不完善，如果出版后听取评论者、研究者、读者的意见加以修订重版，那就是可以保留的书目了，如果因不完善而废弃，那就等于‘扔’了；三是质量虽不错，但是出版部门发行部门谁也不管它，让它自生自灭，久而久之人家也记不起出过这部书了，这也等于‘扔’掉。无论哪一种情况，都是对文化积累不利的。”

现在当然情移势转，所谓“四人帮”等等的流毒影响也许已不占十分重要的地位，但是新形势下的“扔”，

依然存在。我们集合三五君子，成就这么一套丛书，无非是想完成前辈的嘱托：出不“扔”的书。这愿望也许正在实现中，切望博雅君子，时时不吝教我。

《新世纪万有文库》编辑部
二〇〇〇年底

《科学与假设》中译者序

李醒民

从二十世纪最后十余日接到《科学与假设》校样，到二十一世纪头几天重新校译完毕，我的千年之交是在宁静而欢快的理智氛围中度过。怀着完成“跨世纪工程”——借用近几年流行的一句话开个玩笑——的轻松心境，迎来“初岁无祚，吉日惟良”的新世纪，浮想不由自主地联翩起来。

对于中国的学人和学子而言，二十世纪八十年代确实是为学术而学术、为思想而思想的黄金时代。当时，拨乱反正和思想解放的春风（尽管其间数度“倒春寒”）从正面给人以无尽的精神激励和思想灵感，经济上的躁动和物质上的贪欲还未来得及从负面迷惑人们的心灵和搅乱人们的心窍，从而使得无功利和无实用价值的理论热和文化热持续升温，直至八十年代末才因祸起萧墙戛然而止。

正是从八十年代初开始，我断断续续地对批判学派^①的代表人物之一、法国伟大的科学家和思想家昂利·彭加勒（Henri Poincaré, 1854—1912）作了若干研究，最先撰写了硕士论文《彭加勒与物理学危机》^②。其后，在此基础上进行了拓展和深化，陆续发表了《评彭加勒关于物理学危机的观点》^③《评彭加勒科学方法论的特色》^④《彭加勒对物理学

① 李醒民：世纪之交物理学革命中的两个学派，《自然辩证法通讯》，第4卷（1981），第6期，第30—38页。

② 这篇硕士论文在近二十年后，才全文发表在《中国人文社会科学博士硕士文库》（哲学卷）上，由浙江教育出版社于1999年出版。

③ 参见《自然辩证法通讯》，第5卷（1983），第3期，第31—38页。

④ 参见《哲学研究》，1984年第5期，第37—44页。

革命的直接贡献》^①《昂利·彭加勒——杰出的科学开拓者与敏锐的思想家》^②《评彭加勒的科学观》^③《彭加勒哲学思想评述》^④，《关于物理学危机问题的再沉思——对〈唯物主义和经验批判主义〉某些观点的再认识》^⑤，《关于彭加勒的时空观及其哲学思想》^⑥，《彭加勒的数学哲学思想》^⑦，《论彭加勒的经验约定论》^⑧，《马赫、彭加勒哲学思想异同论》^⑨，《论彭加勒和爱因斯坦的经验约定论》^⑩等。

在上述有关研究片断的基础上，我又发掘出一些文献，对彭加勒进行了较为综合、较为系统的研究，应约于1986年11月1日完成了一部专著。由于八十年代学术著作的出版并不像现在这么容易，加之时势变幻无常，书稿刚一完成就被上海一家出版社搁浅（因丛书出版计划撤消），两年后又随北京的《二十世纪学者文库》一起胎死腹中。直到七年后，才在俞晓群编审的鼎力相助下问世^⑪。后来在1993年春完成的著作^⑫，收入傅伟勋、韦政通教授主编的《世界哲学家丛书》，其出版则顺利得多。该书书舌上的“内容简介”，这样评论其学术价值：

“十九世纪末、二十世纪初，是经典科学向现代科学转变的时代，彭加勒就是活跃于这个时期的伟大的哲人科学家。本书作者运用翔实的

① 参见《自然信息》，1984年第2期，第79—83页。

② 参见《自然辩证法通讯》，第6卷（1984），第3期，第57—69页。

③ 参见《科学学研究》，第2卷（1984），第2期，第19—29页。

④ 参见《自然辩证法研究》，第1卷（1985），第3期，第41—47页。

⑤ 参见《江汉论坛》，1985年第7期，第12—19页。

⑥ 参见《光明日报》，1986年3月3日“哲学”版。

⑦ 参见《大自然探索》，第6卷（1987），第1期，第143—151页。

⑧ 参见《中国社会科学》，1988年第2期，第99—111页。

⑨ 参见《走向未来》，第3卷（1988），第3期，第92—97页。

⑩ 参见《分析哲学与科学哲学论文集》，香港中文大学哲学系编辑委员会主编，香港中文大学新亚书院出版，1989年，第253—262页。

⑪ 李醒民：《理性的沉思——论彭加勒的科学思想与哲学思想》，辽宁教育出版社，1992年第1版，xxi+323页。

⑫ 李醒民：《彭加勒》，三民书局东大图书公司，1994年第1版，viii+316页。

材料,力图勾勒出彭加勒作为一个科学家和思想家的比较完整的形象,提出了一系列不同于传统观点的看法,纠正了广为流行的曲解和谬说。作者通过认真、严肃的思考,试图发掘出彭加勒这位‘理性科学的活跃智囊’的思想精髓,并把它置于人类思想遗产的宝库,作为人类文化发展的有机组成部分。尤其是,作者首次把彭加勒的主导哲学思想概括为‘经验约定论’和‘综合实在论’,剖析了其丰富内涵,肯定了他在科学史和哲学史中的地位和作用。此外,还把彭加勒与马赫、爱因斯坦作了比较研究,得出了一些富有启发性的结论。”

彭加勒有四本科学哲学著作。它们是《科学与假设》(1902年)、《科学的价值》(1905年)^①、《科学与方法》^②(1908年)和《最后的沉思》(1913年)^③,均已由我译出。鉴于以上论著和译著不难找到,加之我在《科学的价值》的中译者序中对彭加勒的贡献、思想和影响已作了简明扼要的介绍,此处不拟饶舌复述。在这里,我只想强调两点。其一,随着近年浑沌和复杂性学科的研究方兴未艾,人们逐渐认识到,彭加勒不仅是现代科学的先驱,也是“后”现代科学的滥觞。其二,随着后现代科学哲学的勃兴和流播,人们蓦然发觉,彭加勒不但是“前”现代科学哲学的创造者和集大成者,其思想也是“后”现代科学哲学的引线和酵素。可以说,彭加勒是本来就不多的哲人科学家^④的典型代表。

《科学与假设》像彭加勒的其他三本科学哲学著作一样,也是多由已发表的短论、讲演、书评、科学著作的序言或绪论串接而成。例如,第一章是1894年发表在《数学评论》上的文章,第二章最初发表在1891

① H.彭加勒:《科学的价值》,辽宁教育出版社,2000年第1版。

② H.彭加勒:《科学与方法》,辽宁教育出版社,2001年第1版。

③ H.彭加勒:《最后的沉思》,商务印书馆,1995年第1版。该书在三年内连印三次,在图书市场不景气的情况下印数多达7000+7000+3000=17000册。

④ 李醒民:《论作为科学家的哲学家(哲人科学家)》,《求索》,1990年第5期,第51—57页。李醒民:《哲人科学家:站在时代哲学思想的峰巅》,《自然辩证法通讯》,第21卷(1999),第6期,第2—3页。

年的《纯粹科学和应用科学总评论》上,第三章是对罗素的《论几何学基础》一书的评论(发表在1899年的《数学评论》上),第九章根据作者1900年在巴黎国际物理学会议上的报告写成(原题为《实验物理学和数学物理学的关系》),第十二章由两部著作的序言合成(《光的数学理论》,1889年;《电学与光学》,1901年)。《科学与假设》虽不是一部十分严整、十分系统的著作,但却贯穿着一条明晰的、深邃的思想主线。与那些故意生造晦涩术语,恣意编织范畴之网,刻意构造空洞体系的所谓哲学家的大部头相比,彭加勒的小书则显得富有创见和智慧,不愧为科学哲学的经典之作。加之彭加勒又是一位名副其实的散文大师,他执掌凌云健笔,炼句如掷杖化龙,炼字如壁龙点睛;全篇则一气奔放,井井有序,首尾蟠结,浑然天成;从而达到了神聚而色泽生,韵至而余意涌的境界——一种出神入化、雅俗共赏的绝妙境界。难怪当年在法国的公园和咖啡馆,经常可以看到普通工人和店员手捧彭加勒的小册子,聚精会神地阅读呢。

为了方便读者浏览或研读,我这里只想对《科学与假设》中的思想要点稍作提示。

1. 经验约定论。彭加勒认为,几何学公理既非实验综合判断,亦非实验事实,它们是约定。力学原理既是建立在实验基础上的真理,也是适合于整个宇宙的公设或约定。这些理论体系之所以具有普遍性、确定性和严格性,正因为它们的前提是约定的,是以损失客观性为代价的。约定是我们心智自由活动的产物,心智在这里能够颁布强加于科学、而非强加于自然界法令。但是,约定不是完全任意的,并不是出自我们的胡思乱想。自由亦非放荡不羁。尤其是,彭加勒强调,约定的选择要受实验事实的指导(但实验并未把约定强加于我们),约定的和普遍的原理是实验的和特殊的原理的自然而直接的概括,因此,我们最好时时留心回想约定的实验根源。

2. 关系实在论。数学家研究的不是客体,而是客体之间的关系。也许是出于作为一个数学家的职业习惯和偏好,彭加勒的实在论也凸

现出关系实在论的特色。在他看来,实在的客体之间的真关系是我们能够得到的惟一实在。科学能够达到的并不是像朴素的教条主义者所设想的事物本身,而只是事物之间的关系,在这些关系之外,不存在可知的实在。支撑关系实在论的基石是“真关系”概念。真关系是我们能够确认的东西,是在一切装束下将总是依然如故的真理,是对所有作者来说共同的东西,至于事物的名称,则随作者不同而异。在新旧理论的更迭中,旧理论蕴涵的真关系融入更广阔的整体中和更高级的和谐中。原有的真关系本身未变,只是描述它的语言变化了。某些应该被抛弃的、最终被实验宣告不适用的理论,之所以突然死灰复燃并重获新生,也恰恰因为它们表达了真关系,从而保持了一种潜在的生命。看来,正是这种真关系,构成了理论更替中的“不变性”,从而构成相继理论之间的可翻译性的基础。

3. 科学理性论。彭加勒的科学理性论充分体现在他关于实验与理论、实验物理学与数学物理学的关系之论述中。他承认实验是真理的惟一源泉,但同时又指明数学物理学的重要地位和无可怀疑的贡献。他强调,只有观察还是不够的,我们必须利用观察资料,去做我们必需的概括工作。我们不能满足于赤裸裸的实验,除概括之外,还要矫正它们。科学是用事实建立起来的,但收集一堆事实并不是科学。尤其是,彭加勒已经透露出后现代科学哲学的先声:不可能毫无先入之见地做实验,有时思想要超过实验。

4. 假设。彭加勒把本书命名为《科学与假设》,足见他对假设的重视达到何种程度。他说,数学家没有假设便不能工作,就更不用说实验家了。假设不仅是必要的,而且通常也是合理的。即使是被抛弃的假设,也不是毫无成效的,可以说它比真实的假设贡献更大:它是决定性实验和提醒人们从中推出新东西的诱因。彭加勒创造性地把假设分为三类。第一类是极其自然的假设,它们只是外观看来是假设,它们能还原为隐蔽的定义或约定。第二类是中性假设,它们无能力把我们导入歧途,它们或者作为计算的技巧,或者有助于我们理解具体的图像,或

者坚定我们的观念。第三类假设是真正的概括,它们是实验必须确认或否证的假设,总是富有成效的。他还强调,重要的是不要过分地增加假设,只能一个接一个地做假设。如果我们在若干假设的基础上构造理论,如果实验否定它,我们前提中的哪一个必须改变呢?这将是不能知道的。在这里,彭加勒已经提出了整体论的思想。

5. 统一性和简单性。每一种概括都隐含着对自然界的统一性和简单性的信念。至于统一性,不会有什么困难。如果宇宙的各部分不像一物体的各部件,它们就不会相互作用、彼此了解,尤其是我们只能知其一部分。因此,我们不去问自然是否是一体的,而要问它们如何是一体的。至于简单性,就不是那么容易的事了。不能确定自然界是简单的,但是人们不得不像相信自然规律是简单的那样去行动。人们无法摆脱这种需要和必要性,否则一切概括、从而整个科学变得不可能了。因为很清楚,任何事实都能够以无限的方式概括,它是一个选择问题(个人鉴赏的成分是很大的),而选择只能受简单性考虑的引导。因此,当我们找到简单性时,我们就必须停下来,在这惟一的基础建设我们的概括的大厦。不管简单性是真实的还是表现的(它掩盖着复杂的实在),总是有原因的,而决不是出于机遇。

6. 数学归纳法。彭加勒又称其为递归推理、递归证明、全归纳原理,它的主要特征是,它包括无穷个三段论,像“多级瀑布”一样直泻而下。递归推理能够跨越只局限于形式逻辑方法的分析家的忍耐力永远也无法填满的深渊,它是能够使我们从有限通向无限的工具。它之所以以不可遏止之势迫使我们服从,那只是因为它证实了精神的威力,它只不过是心智本身的特性的确认。我们只有借助它才能攀登,惟有它能够告诉我们某种新东西。没有在某些方面与物理学归纳法(总是不确定的)不同的、但却同样有效的数学归纳法的帮助,则构造便无力去创造科学。

7. 相对论的先驱。彭加勒是相对论的先驱,他在1898年就具备了建造相对论的基本材料。他用几种不同的形式表述了相对性定律或

相对运动原理。尤其是，“彭加勒球”意蕴的相对性富有深刻意义。他批评了牛顿力学中的绝对空间、绝对时间、绝对同时性的观点，揭示了力学基本原理中隐含的矛盾和质量、力等概念的缺陷。他还明确地指出，刚性图形运动的可能性并不是自明的真。

7. 进化认识论。彭加勒不满意康德的几何学先验论观点，又对几何学经验论颇多微辞。他用进化认识论的观点即“祖传的经验”解释几何学的起源：通过自然选择，我们的心智本身适应了外部世界的条件，它采用了对人种来说最有利的几何学，或最方便的几何学。

8. 操作论。不知道彭加勒对布里奇曼在1920年代系统提出的操作论是否有直接影响，但彭加勒早就具有这一思想，则是不争的事实。他说，对力学家来说，凡是不能告诉我们测量力的都是无用的。当我们说力是运动的原因时，我们是在谈论形而上学，人们若满足这个定义，肯定毫无成果。要使一个定义有任何用处，它必须告诉我们如何测量力。彭加勒的这些思想以及关于同时性的操作定义直接影响了爱因斯坦，而爱因斯坦又直接影响了布里奇曼，因此彭加勒对布里奇曼的间接影响则是确定无疑的。

9. 科学中的语言翻译。彭加勒特别重视语言和意义问题，并对它们进行了富有启发性的讨论。尤其是，他明确地阐述了科学中的语言翻译。在他看来，不同的几何学体系是不同的语言或符号系统，它们可借助不同语言的意义相对应的词典方便地翻译，从而可从一种几何学变换为另一种几何学；而且，这种翻译或诠释并不是惟一的，人们还可以编制一些类似的词典，同样地进行翻译。

10. 空间问题。彭加勒始终关注空间问题，他在该书中关于空间的分类——几何学空间和知觉空间（视觉空间、触觉空间、动觉空间）——起源以及基本特征的讨论颇有启发意义，值得人们进一步考虑和思索。

这次重新校译，订正了少许错误和疏漏，主要精力花在名词的斟酌和语句的润色上。多年的翻译实践（迄今已出版英、日、俄译著十三本，

另有八十年代翻译的四部书稿因客观原因一直搁置至今),使我深深体会到,娴熟的外文、运用自如的中文和广泛而扎实的知识背景是搞好翻译工作的三个必要条件。但是,仅此还是不够的,尤其是翻译经典名著或大家巨制时,往往显得力不从心。还有一个条件是不可或缺的,那就是对译著的作者或涉及的论题要有较为深入的研究。否则,就很难传达出作者的准确思想,就更不必说揭示作者的思想底蕴和精神气质了。至于有人以为只要懂外文就能顺理成章地从事翻译工作,这未免把问题看得太简单了。君不见,那些洋不洋、中不中的译文,那些使人如堕五里雾中的译文,不正是出自这些人的“大手笔”么?更不必说把孟子(Mencius)译成“门修斯”,把李约瑟(Joseph Needham)译成“约瑟夫·尼达姆”的笑话了。

《科学与假设》的校译是在世纪之交进行的。对于新世纪的到来,世界各地都以不同的方式隆重欢庆这一神圣的时刻,毕竟是千年一遇,机会不可多得么!毕竟从1999一下子变成2000,四位数字全都变了么!毕竟又是中国的大龙年么!其实,我总觉得,这一切仅具有象征意义,而意义又是人赋予存在的——正是人的心智使这个世界变得有意义。归根结底,这种赋予意义的过程实际上也是约定。正是基于这样的理性思考,我不像狂欢的人们那么激动,依旧平静而潜心地做自己该做的事情。当然,我十分理解此时此刻人们的心境:他们是在期待、憧憬未来的和平与幸福。在这一点上,我与他们是心心相印、息息相通的。

回首刚刚过去的十年,在中国学术界,一方面学术研究在广度和深度上有所进展,另一方面学术失范、学风不正、道德滑坡的现象也有目共睹。社会上的政治腐败和经济腐败成为学术腐败的直接诱因和催化剂,加之学术共同体缺乏有效的约束机制,学人丧失自律意识,使本来就相当严峻的现实更是雪上加霜。那些“半桶水”的学术头头和“腹中空”的学术混混多如过江之鲫,他们上有高官的虎威为之护卫,下有书商的金钱为之垫底,中有一帮专以爆炒为业的“小记”为之吹吹打打。就这样,成批量的所谓学术成果——实际是学术泡沫和学术垃圾——

被炮制出来，堂而皇之地招摇过市。相形之下，真正能操守自持、我行我素的学人却如凤毛麟角，越来越稀少了。这就是二十世纪末中国学术界的尴尬处境和人格分裂！

今日，中国学术界和中国社会的病症虽有不同之处，但病根或病因却几乎惊人地一致。治疗办法其实并不很难，关键在于能否下定决心，并积极付诸实施。这就是，在深化经济体制改革的同时，设法从根子上铲除政治腐败和经济腐败的温床。这样一来，学术腐败这撮小毛便无皮可附，自然难以长久。在民主社会的大环境下，学术共同体也真正具备了自主性，拥有了自由批评和自我负责的能力，其顽症也不难逐渐自愈。我对二十一世纪中国学术的复兴和繁荣充满信心——“长风破浪会有时，直挂云帆济沧海。”

二〇〇〇年一月九日于北京中关村

引 言

对于一个浅薄的观察者来说,科学的真理是无可怀疑的;科学的逻辑是确实可靠的,如果科学家有时犯错误,那只是由于他们弄错了科学规则。

“数学的真理是用一连串无懈可击的推理从少数自明的命题推演出来的;这些真理不仅把它们自己强加于我们,而且强加于自然本身。可以说,它们束缚着造物主,只容许他在比较少的几个答案中选择。因此,为数不多的实验将足以使我们知道他作出什么选择。从每一个实验,通过一系列的数学演绎,便可得出许多推论,于是每一个实验将使我们了解宇宙之一隅。”

看哪,对于世界上的许多人来说,对于获得第一批物理学概念的学生来说,科学确实性的来源是什么。这就是他们所猜想的实验和数学的作用。一百年前,许多学者就持有同样的想法,他们梦想尽可能减少实验来构造世界。

人们略加思索,便可以察觉假设占据着多重大的地位;数学家没有它便不能工作,更不必说实验家了。于是人们怀疑所有这些建筑物是否真正牢固,并认为吹一口气会使之倾倒。以这样的方式怀疑还是浅薄的。怀疑一切和相信一切二者同样是方便的解决办法;每一个都使我们不用思考。

因此不要对假设简单地加以责难,我们应当仔细地审查假设的作用;于是,我们将认识到,不仅假设是必要的,而且它通常也是合理的。我们也将看到,存在几类假设;一些是可证实的,

它们一旦被实验确认就变成富有成效的真理；另一些无能力把我们导入歧途，它们对于坚定我们的观念可能是有用的；最后，其余的只是外观看来是假设，它们能还原为隐蔽的定义或约定。

最后这些假设尤其在数学和相关的科学中遇到。这些科学正是由此获得了它们的严格性；这些约定是我们心智自由活动的产物，我们的心智在这个领域内自认是无障碍的。在这里，我们的心智能够确认，因为它能颁布法令；然而，我们要理解，尽管把这些法令强加于我们的科学——没有它们便不可能有科学，但并没有把它们强加于自然界。可是，它们是任意的吗？不，否则它们将毫无结果了。实验虽然把选择的自由遗赠给我们，但又通过帮助我们辨明最方便的路径而指导我们。因此，我们的法令如同一位专制而聪明的君主的法令，他要咨询国家的顾问委员会才颁布法令。

一些人受到某些科学基本原理中可辨认的自由约定的特点的冲击。他们想过度地加以概括，同时，他们忘掉了自由并非放荡不羁。他们由此走到了所谓的唯名论，他们自问道：学者是否为他本人的定义所愚弄，他所思考、他所发现的世界是否只是他本人的任性所创造。^①在这些条件下，科学也许是确定的，但却丧失了意义。

假若如此，科学便无能为力了。现在，我们每天看到它正是在我们的眼皮底下起作用。如果它不能告诉我们实在的东西，情况就不会这样。可是，它能够达到的并不是像朴素的教条主义者所设想的事物本身，而只是事物之间的关系。在这些关系之外，不存在可知的实在。

这就是我们将要得出的结论，为此我们必须考察一系列学

^① 参见勒卢阿：“科学和哲学”，《形而上学和道德评论》，1901年。（Le Roy, "Science et Philosophie", *Revue de Métaphysique et de Morale*, 1901.）

科——从算术和几何学到力学和实验物理学。

数学推理的本性是什么？它像通常想像的那样果真是演绎的吗？更进一步的分析向我们表明，情况并非如此，它在某种程度上带有归纳推理的性质，正因为这样它才如此富有成效。它还是保持它的绝对严格的特征；这是首先必须指明的。

由于更充分了解数学交给研究者手中的一种工具，我们再来分析另一个基本的概念，即数学量概念。我们是在自然界中发现它的呢，还是我们自己把它引入自然界的呢？而且，在后一种情况下，我们不会冒把每一事物密切结合起来的危险吗？把我们感觉到的未加工的材料和数学家称之为数学量的极其复杂、极其微妙概念比较一下，我们便不得不承认一种差别；我们希望把每一事物强行纳入的框架原来是我们自己构造的；但是我们并不是随意制作它的。可以说，我们是按尺寸制造的，因此我们能够使事实适应它，而不改变事实中的本质性的东西。

我们强加给世界的另一个框架是空间。几何学的头一批原理从何而来？它们是通过逻辑强加给我们的吗？罗巴契夫斯基(Lobachevski)通过创立非欧几何学证明不是这样。空间是由我们的感官揭示给我们的吗？也不是，因为我们的感官能够向我们表明的空间绝对不同于几何学家的空间。几何学来源于经验吗？进一步的讨论将向我们表明情况并非如此。因此，我们得出结论说，几何学的头一批原理只不过是约定而已；但是，这些约定不是任意的，如果迁移到另一个世界（我称其为非欧世界，而且我试图想像它），那我们就会被导致采用其他约定了。

在力学中，会导致我们得出类似的结论，我们能够看到，这门科学的原理尽管比较直接地以实验为基础，可是依然带有几何学公设的约定特征。迄今还是唯名论获胜；但现在我们看看严格称谓的物理科学。在这里，舞台发生了变化；我们遇到了另一类假设，我们看到它们是富有成效的。毫无疑问，乍看起来，