

物理理论的目的和结构

[法] 皮埃尔·迪昂 著

孙小礼 李慎 等译

侯德彭 等校

商 务 印 书 馆

2005 年·北京

图书在版编目(CIP)数据

物理理论的目的和结构/(法)迪昂著;孙小礼,李慎等译. —北京:商务印书馆,2005

ISBN 7-100-03307-1

I. 物… II. ①迪…②孙…③李… III. 物理学-研究 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 26594 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

WULI LILUN DE MUDI HE JIEGOU

物理理论的目的和结构

〔法〕皮埃尔·迪昂 著

孙小礼 李慎 等译

侯德彭 等校

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

北京瑞古冠中印刷厂印刷

ISBN 7-100-03307-1/B·501

2005年4月第1版

开本 850×1168 1/32

2005年4月北京第1次印刷

印张 14 $\frac{1}{2}$

印数 5 000 册

定价: 24.00 元

目 录

序言:皮埃尔·迪昂的生平及工作	(1)
英译者序	(11)
作者第二版序	(14)
导言	(15)

第一篇 物理理论的目的

第一章 物理理论和形而上学解释	(19)
一、当做解释看的物理理论	(19)
二、按照上述意见,理论物理学从属于形而上学	(22)
三、按照上述意见,物理理论的价值依赖于我们所采用的 形而上学体系	(23)
四、关于超自然原因的争执	(28)
五、任何形而上学体系都不足以建立一种物理理论 ...	(31)
第二章 物理理论和自然分类	(35)
一、什么是物理理论及其建立工序的真正本质	(35)
二、物理理论的效用是什么? 理论可以看做一种思维经 济	(38)
三、作为分类的理论	(40)

四、理论趋向于转变为自然分类	(42)
五、先于实验的理论	(46)
 第三章 唯象理论与物理学史	(50)
一、自然分类和解释在物理理论演化中的作用	(50)
二、物理学家对物理理论本性的看法	(60)
 第四章 抽象理论和机械模型	(80)
一、两种思维:宽阔的思维和深刻的思维	(80)
二、宽阔思维的实例:拿破仑的思维	(83)
三、宽阔的思维,灵活的思维和几何学思维	(87)
四、宽阔的思维和英国人的思维	(91)
五、英国的物理学和机械模型	(98)
六、英国学派和数学物理	(106)
七、英国学派与理论的逻辑协调	(111)
八、英国方法的传播	(119)
九、利用机械模型有利于发现吗?	(128)
十、机械模型的应用会妨碍我们对抽象和逻辑有序理论 的探索吗?	(135)
 第二篇 物理理论的结构	
 第一章 量和质	(145)
一、理论物理学是数学物理学	(145)
二、量和测量	(146)

三、量和质	(150)
四、纯定量的物理学	(152)
五、同种质的不同强度可以用数来表示	(156)
 第二章 基质	(163)
一、关于基质的超量倍增	(163)
二、基质事实上是一种只有通过定律才能分解的质 ...	(167)
三、基质从来都不是最初始的,它只是暂时是基本的 ...	(172)
 第三章 数学演绎和物理理论	(178)
一、物理近似和数学精确性	(178)
二、物理上有用和无用的数学演绎	(181)
三、一个永不能有效用的数学演绎的例子	(185)
四、近似的数学	(189)
 第四章 物理实验	(193)
一、物理实验不只是对现象的观测,它还是对这种现象 的理论解释	(193)
二、物理实验的结果是抽象的和符号的判断	(197)
三、只有对现象作理论解释才可能使仪器成为有用的 ...	(204)
四、论对物理实验的批评,它在哪些方面不同于对普通 证明的考察	(211)
五、物理实验要比非科学地确立的事实具有更小的确定 性,但是更精确、更详细	(217)

第五章 物理定律	(219)
一、物理定律是符号关系	(219)
二、恰当地说,物理定律既非真,也非假,而是近似的 ...	(223)
三、因为每个物理定律都是近似的,所以它是暂时的和 相对的	(228)
四、因为每个物理定律都是符号的,所以它是暂时的 ...	(231)
五、物理定律比常识规律更详尽	(235)
 第六章 物理理论和实验	(238)
一、理论的实验检验在物理学中并不像在生理学中那样 具有相同的逻辑简单性	(238)
二、物理学实验决不能否定一个孤立的假说,而只能否 定整个一系列理论	(242)
三、“判决性实验”在物理学中是不可能有的	(248)
四、对牛顿方法的批评。第一个例子:天体力学	(251)
五、对牛顿方法的批评(续)。第二个例子:电动力学 ...	(257)
六、与物理教学有关的推论	(263)
七、与物理理论的数学发展有关的推论	(270)
八、物理理论的某些公设不能受实验反驳吗?	(274)
九、关于其陈述没有实验意义的假说	(279)
十、良好的鉴别力是那些应被抛弃的假说的法官	(285)
 第七章 假说的选择	(288)
一、逻辑对选择假说提出的条件是什么	(288)

二、假说不是突然创造的产物,而是逐步演化的结果。	
从万有引力引出的一个例子	(290)
三、物理学家并不选择他用来作为理论基础的假说;	
它们的萌芽在他头脑里是不知不觉产生的	(331)
四、关于在物理学教学中假说的描述	(337)
五、假说是不能从那些由常识性知识所提供的公理推导 出来的	(339)
六、历史方法在物理学中的重要性	(350)

附 录

信教者的物理学	(357)
物理理论的价值——评最近的一本书	(405)
索引	(434)
译后记	(448)

序 言

皮埃尔·迪昂的生平及工作

皮埃尔·迪昂1861年6月10日出生于巴黎,1916年9月14日在奥德省凯伯热斯宾他的乡村住宅去世,终年55岁。他是半个世纪以前法国理论物理学最有创见的人物之一。除了他那的确十分卓越的严格科学工作(特别是在热力学领域中)之外,他通晓极其广博的物理学—数学方面的历史知识,同时,在对物理理论的意义和范围作了许多思考之后,他形成了一种与这些问题有关的非常吸引人的见解,并在大量的著作中用各种形式对此见解作了详细阐述。因而,这位具有渊博学识的优秀物理理论家和科学史家,也在科学哲学中享有巨大的声誉。

皮埃尔·迪昂在数学和物理学方面天赋甚高,他在20岁时进入巴黎高等师范学校学习。这所著名的高等教育学院曾为法国培养出人数众多的文学和科学方面的杰出教师。迪昂是该学院一名才华横溢的学生,在这所学校里,他的注意力很快转向了热力学及其应用的研究,而且这成了他以后一直没停止过耕耘的领域。

在对汤姆逊(开尔文勋爵)、克劳修斯、梅修、吉布斯和热力学概念的其他伟大创始者的工作的思索中,他特别被拉格朗日分析力学方法与热力学方法之间的类似所打动。这些思考导致他在23岁时以相当普遍的方式引进了热力学势的概念,并在此后不久

就出版了《化学力学和电现象理论中热力学势及其应用》(1886)一书。

在 1885 年为争取讲授物理学的竞争考试中,迪昂获得了第一名,两年后,这位已经为科学界所知晓的迪昂成为里尔大学理学院 iv 的讲师。在那里,他用卓越的才华教过水力学、弹性理论及声学。他在里尔结婚,婚后不久妻子就去世了,留给他一个女儿,迪昂在独生女儿的陪伴下度过余生。32 岁时,他成为波尔多大学理学院教授,逝世之前一直保持这一头衔。

在科学工作中,皮埃尔·迪昂整个一生都保持他最初的方向。他所专注的理论是构造一种广义的力能学(包括作为一种特殊情况的经典分析力学)和理论热力学。由于本质上他善于进行系统性的思维,他被公理化方法所吸引,为了凭借严格的推理来得到无懈可击的结论,他依靠公理化方法建立了一些精确假设;他赞赏这种方法的完整性和严格性,并远未因它的枯燥和抽象而退避三舍。可以说,他极端厌恶地拒斥用原子理论提供的不确定想象或模型来取代力能学的形式论证;在构造容许对热力学的抽象概念作具体说明的物质运动论方面,他不愿意追随麦克斯韦、克劳修斯和玻尔兹曼等人;如果说他钦佩威拉德·吉布斯的纯粹热力学论证的严格性和说明相律的代数方法的优美,那么当这个伟大的美国思想家试图把对热力学的原子说明建立在一般统计力学的基础上时,他肯定没有追随过他。从他年轻时的著作《论热力学》到壮年时完成了他关于物质研究的巨著《广义力能学》,迪昂都尽力追求公理化和严格的演绎方法。他精选出了热力学所承认的全部基本概念;例如,他给出了热量的纯数学定义,去掉了它的任何物理直观

意义,以避免任何用未经证明的假定来进行思辨。这个在理论方面所作出的持之以恒的努力使迪昂的理论著作具有相当严谨的外观,尽管它已带来非常显著的结果,但是这种外观也许并不使所有的思想家都中意。

强调下一事实是公正的:迪昂虽然一贯专心于在他所发展的理论中建立无懈可击的公理系统,但决不是不重视应用问题。值得注意的是,在他从年轻时就熟悉的物理化学领域中,他通过详细考查威拉德·吉布斯的经常是艰涩的思想的所有结果,千方百计致力于理论对实验的应用,他知道如何把吉布斯的这些思想阐述清楚,他是在法国首先传播这些思想的人之一。

迪昂也大量从事流体力学和弹性理论的研究,他的观念导致他视这些科学分支为广义力能学的特殊章节。他论述流体中波的传播、特别是论述冲击波的著作,至今保持着它们的全部有效性。看来,他在电磁方面的研究不太幸运,因为他总是对麦克斯韦的理论抱着很大的敌意,他宁愿采纳赫姆霍茨的思想,而这些思想今天被人完全忘却了。此外,他深深憎恶所有形象化的模型,这种憎恶妨碍了他理解洛仑兹电子论的重要性,该理论此时正处于发展的时候。而且,这使他变得从一开始就对原子物理的兴起表现出目光短浅和不公正。

皮埃尔·迪昂对于他所熟悉的领域,如力学、天文学和物理学,也是一位大科学史家。他充分意识到科学发展中自身表现出来的继承性,恰当地说服人们相信所有伟大的创新者都有先驱,着重说明了力学、天文学和物理学的伟大复兴在文艺复兴时代和现代都有着深深扎根于中世纪的文化工作的根源。从科学的观点看来,

中世纪文化成果的重要性在迪昂的研究之前几乎经常被人忽视。在他的一些著作中,特别是在重要的三卷集著作《列奥纳多·达芬奇,他所看到的及看到他的》中,他坚决认为:从13到16世纪,中世纪的大学、特别是巴黎的大学中的学者起了作用。他证明了:在托马斯·阿奎纳后出现了对亚里士多德和亚里士多德学派的思想的抨击,而这是否定希腊哲学中关于运动概念的思想运动的开端,并以惯性原理、伽利略的工作及现代哲学作为其终点。他确认了:巴黎大学神学院1327年左右的院长琼·布里丹具有惯性原理的最早思想,并在拉丁名称 *impetus* 下引入了一个量,这个量虽然没有很明确的定义,但却与我们今天称作动能和动量的东西有密切联系。迪昂分析了稍后由萨克森的阿尔伯特和尼古拉斯·奥雷斯姆的著作带来的重要进步。后者尤其完成了值得重视的工作,因为,从他关于太阳系的思想来看,他是哥白尼的先驱,而从他最早在分析几何上所作的努力来看,他是笛卡尔的先驱。他甚至得到了对重力的研究极为重要的匀加速运动定律的形式。接着,迪昂向我们证明:列奥纳多·达芬奇,这个值得钦佩的具有多方面天赋的人,吸收和继续了他的先驱们的工作,铺平了科学发展的道路,在这条道路上,继十六世纪的许多科学家之后,伽利略及其后继者们明确地开始了现代力学的历程。

由于这一类著作,特别是由于对力学史作了有价值的概略描述,同时也密切研究了17世纪的科学并揭示了默山尼主教和马勒伯朗士主教往往未被人认识的贡献,皮埃尔·迪昂被列为第一流的当代科学史家。他在壮年时期,据说曾和许多不知名的合作者一起承担了一项庞大的工作:从事宇宙学史的研究,也就是关于从古代

一直到现代的世界体系的概念史。到他逝世的时候,关于这方面已写了八卷著作,但只出版了五卷,最后三卷的草稿已交给了法国科学院,因为出版方面财政困难而延误了。这是一部学识渊博的著作,是一个有关古代和中世纪思想史和哲学史(至少可以恰当地算作科学史)的珍贵文献的宝库。通过广泛的赞助来帮助完成这个(尽管作者过早地去世)已接近完成的巨大综合著作的出版,会是极为理想的。

作为一个具有无可争议价值的理论物理学家,并拥有科学史方面的渊博学识,而又习惯于通过这种双重智力结构来思索物理理论的成长、发展和范围,皮埃尔·迪昂很自然地转向了科学哲学。由于他本质上具有一个有系统性的头脑,他对物理理论的意义提出了一个非常精明的看法,并在大量的出版物中发展了这个看法。其中最重要的就是《物理理论的目的和结构》一书,这本书在法国获得了巨大的成功,目前这一本是用英译本提供给美国(或其他说英语的)读者。这是一部重要的著作,其明晰和常常充满激情的语气是创造它的大脑的精确反映。我们不想全面地分析内容如 vii 此丰富的著作,只想简短地强调几个要点。

皮埃尔·迪昂坚持将物理学与形而上学区分开:在物理理论的历史中,不管这些理论是建立在连续的或不连续的意象基础上,还是基于物理学的场或原子型式,他都看到了我们根本不能达到实在的深处的证明。并不信奉天主教的迪昂否认形而上学的价值;他希望完全把它与物理学分开,并且给它一个非常不同的基础,即启示的宗教基础。作为一个逻辑的但十分奇妙的结果,他这种专心于把物理学与形而上学完全区分开的见解,使得人们把他列入

(至少在物理理论的解释方面)带有唯能论或现象论倾向的实证主义者之中。事实上,他把涉及物理理论的看法总结为如下的结论:“物理理论不是一种解释;它是一个数学命题系统,这个系统的目的是尽可能简单地、完全地和精确地描述整个一组实验规律”。

于是物理理论就仅仅是物理现象的一个分类方法,这方法阻碍我们描绘这些现象的极端复杂性。同时,迪昂达到与彭加勒的约定论密切相近的这一实证主义和实用主义的自然概念,在声称一切物理理论首先是一种“思维经济”方面与实证主义者马赫完全一致。对于他来说,建立在映象基础上的所有假说都是短暂的和不牢靠的;只有健全的理论在现象中建立的那些具有代数性质的关系才能稳固地站住脚。这样一种看法大体上就是迪昂关于物理理论所提出的基本思想。这种思想肯定使他同时代的唯能论学派的物理学家们感到满意;它肯定也得到大批现今的量子主义物理学家们的支持。而其他的人则已经发现或将会发现这种见解有点狭隘,并将因为它过多地贬低了关于实在深处的知识而责备它,而这种知识正是物理学的进步所能为我们提供的。

我们必须公正,必须强调这样一个事实:迪昂并没有陷入极端,而他的观点也许会导致他陷入极端。像所有物理学家一样,他本能地相信人之外实在的存在,并且不期望让自己陷入彻底的“唯心主义”所引起的困难。因此,为了在这方面采取一个完全个人的
viii 立场,并在这一点上将自己与纯现象论者相区别,他声称理论物理中的数学定律并没有告诉我们事物的深奥实在是什么,它们不过向我们展现了和谐的某些表现,这种和谐只能是本体论次序的和谐。在自我完善中,物理理论逐渐呈现出关于现象的“自然分类”

的特点。他说：“理论愈完善，我们愈领悟到它安排实验定律的逻辑次序是本体论次序的反映”。这种说法使形容词“自然的”意义更精确了。照这样看，他似乎已经缓和了他的严格科学实证主义，因为我们可以合理地认为，他已感到了如下这种反对意见的力量：“如果物理理论只是可观测现象的一个方便的和逻辑的分类方法，那么它们怎么能预期实验和预见还不知道的现象的存在？”为了回答这个反对意见，他真正感到我们必须赋予物理理论比对已知事实的仅仅有条理的分类更深刻的意义。特别是，他清楚地知道，并且在他的书中某些段落也证明是这样：涉及不同现象的物理理论所使用的一些公式的相似，大多都不是归结为单纯形式上的类似，而也许是对应于实在的种种现象之间的深刻联系。

这大体上就是迪昂提出的关于物理理论范围的概念——这种思想最终的细微差别比人们最初相信的更微妙些。然而，有可能认为，尽管由自然分类思想所产生的他的学说是精巧的。迪昂在他头脑中不妥协倾向的影响下，仍然经常坚持过于绝对的判断。因而，由于对所有的机械模型或唯象模型天生厌恶的激励，迪昂坚持反对原子论，而忠实于唯能论学派，对于统计力学在他有生之年所提出的关于经典热力学抽象概念的解释，他从来没有兴趣，虽然这种解释是非常有启发性和富有成效的。因而为使自己对也许太轻易的成功有防备，他攻击用小的、硬的、具有弹性的粒子来简单说明原子；他有时带点天真地攻击开尔文勋爵用齿轮或涡旋来说明自然现象的思想。他好像不曾知道现在形式的原子理论已带给 ix 了物理学巨大的复兴，也完全没有预感到它在半个世纪里会有惊人的发展。迪昂那些几乎是嘲弄电子概念以及把它引入科学的那

些段落,以后受到了微观物理非同寻常的进步所给予的严厉驳斥。

他的书的其他部分带有其时代的一些标记。因而,当他运用卓越的心理洞察力将狭隘而深奥的思想家与开阔而无力的思想家相比较时,他把拿破仑看做后一种思想家的例子也许是对的,但是,他把英国学派的所有物理学家都列入同样的范畴也是对的吗?他的看法无疑要由他写书的时代来解释,当时还存在着威廉·汤姆逊的杰出著作的影响,而汤姆逊很强的个性好像是要把同时代的全部英国物理学都符号化了。但是我想,今天令人非常诧异的是,没有人会想说:“狄拉克先生只专心于具体的描述!”况且,在我看来,通过对其深奥的思想和开阔的思想进行并行的对照,迪昂好像也是不公正地对待了第二类范畴的“唯象”理论家们,而这些人对物理学进步的贡献毕竟无可置疑地大于完全专心于公理化和完全严格逻辑演绎的理论家们。

尽管有这些保留看法,迪昂在物理理论方面的著作仍然值得大加赞誉,因为这部著作建立在作者优异的个人经验和非凡头脑的敏锐判断基础上,它包含着往往是非常正确和深奥的观点,甚至在我们不能毫无保留地采纳它们的情况下,这些观点也仍是有益的,并为思考提供了大量的材料。作为例子,我将举出迪昂所热衷的对所谓判决性实验(培根的判决性实验)的尖锐谴责。按照迪昂的观点,不存在什么真正的判决性实验,因为,必须与实验进行对照的整个理论,组成了一个不可分的整体。实验对理论的某个结果的证实,即使是从最有代表性的结果中挑选出来的,也不能给理论带来判决性的证明;因为的确没有什么东西允许我们断言:该理论的其他结果将不与实验抵触,或者尚未发现的另一理论

不能像先前的理论一样说明所观察到的事实。同时,迪昂相当聪明地引用了傅科的著名实验作例子。在一个世纪以前,傅科借助于他的旋转镜方法表明,光在水中的传播速度小于在真空中的传播速度。在迪昂写书的时候,人们认为这个实验是给光的波动论提供了一个有利的判决性证明,并迫使我们否定关于这个物理实体的任何粒子概念。迪昂非常正确地声明傅科实验决不是判决性的,因为,如果实验的结果很容易地用菲涅尔理论来说明,并且它与牛顿的微粒说相抵触,那末这并不能使我们断言,建立在与这个学说的旧形式不同的假说基础上的另一种微粒理论不能使我们说明傅科的结果。而结果表明,迪昂在给出这个例子中所做的选择是特别幸运的,因为他当时确实没有预见到我们关于光的思想发展。事实上,我们知道,在迪昂写书的同一年(1905年),爱因斯坦把“光量子”即光子的观念引进了科学。而今天光子的存在是无可怀疑的。不管我们最终采取什么方式来说明光的二象性,即它的微粒子表现和波动表现(这些表现的实在性已不能再怀疑了),光子的存在当然必须与傅科实验相协调。这就向我们表明迪昂关于判决性实验评论的深刻性和他本能知道如何巧妙地选择他的例子。因而我们不能否认,迪昂的分析经常突出地表现出深刻的洞察力和开阔视野。

皮埃尔·迪昂虽然是一个亲切和蔼的人,但他具有不妥协的个性,而且也不总是宽容他的思想敌手。作为一个信奉天主教、政治上保守的人,他带着一种真挚地坚持己见,这种真挚有时不免是幸灾乐祸的。每一个人都称颂他正直的性格,但是也有些人不欣赏这种性格的锋芒毕露。他有仇敌,这无疑可以解释为什么这位著

名的科学家和学者、哲学家和历史学家没有获得巴黎的高等教育大学和学院的教授职位,而这样一个职位在像法国这样的中央集权国家中是每一个美好科学生涯的自然荣誉。肯定地说,他没有为获取它而努力做过什么,在他接近于发现他可能会接受一项任命,在法国学院教授科学史的一天,他回答说,他是一个物理学家,不期望被划为一个史学家。在他逝世前三年,他得到了一点满足,使他在许多不公正待遇面前有了一点安慰:巴黎科学院招聘他为
xi 非常任院士。

皮埃尔·迪昂作为一个不知疲倦的研究者,在 55 岁就过早地去世了,他在理论物理学、在哲学和科学史中留下了大量的贡献。他的严密的科学研究的价值,他的思想的深刻,他的学识的惊人广博,使他成为 19 世纪末和 20 世纪初法国科学界最卓越的人物之一。

路易斯·德布罗意

1953 年于巴黎