

理论物理学家的工作方法

吕志纯

(辽阳市石油化工研究所 辽阳 111000)

为了学会做研究工作,最好的办法就是了解物理学家是如何工作的.由于科学的发展,可能使大多数原始论文很快失去了它的现实意义.但是,根据科学家的原始论文来追踪理论形成的过程,却具有一种永恒的魅力.从某种意义上说,追踪科学家、发明家的思路常常比了解他们思维的结果更重要,更有意义.它使我们能够看到科学家们是如何做研究工作的.

理论在科学中是极其重要的,因为理论把来自各个方面、各种孤立的经验规律统一到理论体系中,把它们作为从原理的统一概念中导出的定律重现出来,并且还将能预言出一些新的定律.而理论物理学家的任务就是不断地探索、创建这样一些理论体系.

理论物理学家们发表在学术刊物中的文章尽管各有其特殊性,如文章内容的不同,所表现出一般理论体系的特征可能轻重不一,有些可能交叉出现,甚至可能有取有舍.但总的说来,它们具有理论体系的共同特点.本文就是从这种一般性的角度来探索物理学家是如何进行理论研究的.

一、问题

科学研究起始于问题,科学研究的目的是解决问题.问题愈简单、愈基本,其意义和作用将愈大.重要问题的提出又是产生新观念、新思想、新理论的动力.

提出问题的方式,可以从哲学思想方面

导向,灵感思维也可促进世界观的进一步发展.世界观是人对环境适应的结果,是大脑思维的一个功能态,它可随着大脑思维结构的变化而发展.

3. 利用潜意识思维,下意识于所研究的对象,与研究对象“合二为一”,是灵感、顿悟思维

出发,以唯物辩证法为工具,从理论角度(也有人从美学角度,科学艺术性观点)用对立统一的观点提出问题、分析问题.例如问题可能出自理论内部之间的不协调,或者在逻辑上存在矛盾,或者在不同的理论之间建立起某种联系,或者把两种互不相关的理论统一起来.

问题也可以从实验方面提出,例如实验用现有的理论不能解释,或者实验与现有理论发生冲突.

无论问题是从哪一方面提出的,都应当把提出的问题与理论和实验两个方面联系起来进行考察、思维、探索,这样做对于合理地提出问题和解决问题无疑具有重大的意义.

提出问题,分析问题常常作为文章的开头或称前言部分,往往还要占有一些章节.有关这方面的典型范例可参见著名物理学家们的学术论文.例如爱因斯坦的相对论、光量子、布朗运动等著名论文,以及德布罗意关于物质波的论文,普朗克关于辐射量子化的论文等.

二、理论部分

众所周知,概念是理论的基础之一.人们在建立一个新的理论体系的过程中,往往要牵涉到对一些基本物理观念的重新认识.这些基本概念可能存在一定的问题,因此必须重新探讨这些概念的正确性.在这种情况下,对已有概念的分析、探讨或者提出新的概念是非常必要的,往往要占有文章的部分章节.几乎所有著名物理学家的重要学术论文中都出现这种情况.

基本原理有时也称为基本假设.针对问题,用理论物理学方法解决问题的基本方式就是提

发生之前探索者的精神特征;思维系统远离平衡态,出现自组织现象是探索者创造性思维的精神实质.潜意识思维是对思维系统远离平衡态的长时间保持.

4. 渊博的知识有利于创造性思维的发生,有利于对创造性思维结果进行鉴别,去伪存真.

出基本原理.基本原理是建立理论体系和解决问题的基础.它是理论逻辑推理的出发点.基本原理表面上与问题的联系一般说来并不明显,甚至看不出有什么联系,但实质上与所提出的问题密切相关.往往没有什么经验和方法用来发现基本原理.科学家靠的是直觉、想像力以及深入思考.经过无数次反复不断的艰苦探索,在庞杂的经验事实中寻求自然界的普遍特征.创建理论所最必须的东西,就是这些普遍性的原则.“原理”这个术语表明,它们本身不再仅仅是经验事实的概括,而似乎成为科学理解本身的出发点.

在基本原理的基础上进行逻辑演绎推理,包括一系列的数学演绎,最终推导出若干个用数学公式表达的定量的物理结论.其中可能会应用到一些辅助性的假设以及已有的某些物理定律.如量子定律、熵定律及能量守恒定律等等.在数学演绎部分还要应用到某些相关的数学定理或定律.在任何理论著作中导出这些物理结论的推演几乎占据了文章的全部篇幅.

我们把未被实验验证的理论称为假说,经过实验验证后的称为科学理论.

三、应用部分

应用部分就是指理论的实际应用,解决实际问题,包括文章开始提出的问题.像在第一部分中所遵循的精神一样,在应用部分我们也应当从理论与实验两个方面来考察新理论的实际应用,一是从与经验的联系上来应用新理论,这就是把根据基本原理通过逻辑演绎推理所得出的结论与已有的经验联系起来,然后进一步地进行比较或者给出可用新

的实验检验的结论.因此这第一方面的应用一般包括如下两个内容:解释论证一个或几个已有的经验定律,或者某些实验;预言一个或几个可用实验检验的物理现象.二是从与其他理论的联系上应用新理论.这主要是通过把新理论与其他理论相比较,或者把新理论与其他理论相结合来进一步地应用或发展新理论.这样做往往会得到许多有用的结论,或者一些意想不到的结果.有时甚至能发展出另一种更新的理论.

在理论的实际应用过程中,我们还应当注意到,仅有理论体系一般说来还并不能完成对自然现象的解释,往往还必须与各种不同的辅助性假设或特设性假设相结合以及相应数学运算,才能够解释众多各异的自然现象.

上面粗略地叙述了理论物理学家的工作方法.还需要指出的是,有益的哲学思想是研究理论物理学的重要工具.其次,数学也是物理学的重要工具,尤其是对理论物理学来讲更是这样.理论物理学的深入发展,往往是同精密的数学方法相联系着的.几乎每一位优秀的理论物理学家都是一位出色的应用数学工作者.

* 实验这个概念一般是指人们通过改变自然过程而观察到的一类客观事实.而无须改变自然过程就能直接观察到的一类客观事实称为自然现象,例如水星近日点的进动,布朗运动等现象.还有一类以科学事实为根据,通过逻辑思维在人们的头脑中塑造的物理过程,通常称为理想实验,如引力场中的爱因斯坦电梯,原子的行星结构模型等.像上面一样,问题也可以由自然现象或理想实验这两个方面提出.

日本发表未来 30 年科技预测报告

据《中国科学报》报道:日本科学技术厅科学技术政策研究所最近发表了一份“未来 30 年科学技术预测”报告.据这份预测报告,在 2025 年以前,人类将在环境、能源、医疗、宇宙等 14 个科学技术领域有所突破.

据日《每日新闻》报道,该研究所精选出 1072 个科

学技术课题,并向各学科领域中大约 4200 名专家进行了预测咨询调查.预测调查的结果是:2007 年,艾滋病预防疫苗将研究成功;2011 年,人类将能准确预测全球气候变化;2012 年,癌症的发病机理将被解明;2017 年,人类将能够预测未来 5 至 10 年内发生 8 级以上的强地震;2020 年,太阳能发电站在宇宙空间建成;2025 年,开发出人脑和计算机相连技术.