

物理科学 与辩证法

■ 李浙生 著

WULI KEXUE YU
BIANZHENGFA



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

04-02/4

2007

物理科学与辩证法

李浙生 著

北 京

冶金工业出版社

2008

内 容 简 介

本书根据现代物理学的精神,批判地考察了黑格尔的辩证法,提出了一些新的观点:事物不是一分为二,而是一分为多的;否定之否定规律并不是普遍适用的;分形中的标度不变性,表明量变质变规律需要重新定义;物理现象不是自然存在着的,而是物理学家用仪器创造出来的;因果决定论在现代物理学中起着消极作用;从必然中得不到自由,只有偶然能产生自由和创造性,“自由是对必然的认识的说法”是错误的。

本书适合哲学工作者和科学工作者,尤其适合科学哲学爱好者参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

物理科学与辩证法/李浙生著. —北京:冶金工业出版社,2008. 1

ISBN 978-7-5024-4433-4

I. 物… II. 李… III. 物理学—辩证法 IV. 04-02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 193045 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 杨盈园 美术编辑 李 心 版式设计 张 青

责任校对 白 迅 责任印制 丁小晶

ISBN 978-7-5024-4433-4

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2008 年 1 月第 1 版;2008 年 1 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32;10.75 印张;286 千字;327 页;1-2000 册

30.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

一讲到辩证法,人们就会想到黑格尔(1770~1831年),把他尊为辩证法的大师。然而,黑格尔的辩证法中究竟有多少科学根据呢?一种健康的哲学总应该反映当时自然科学的成果,并以自然科学为基础。科学家认为,康德(Kant J. 1724~1804年)是精通自然科学的。他的太阳系演化的星云假说,是他在自然科学方面的重要贡献,得到科学家的承认。他的星云假说是以牛顿引力理论为基础的,他的哲学也是以科学为基础的。

但是,黑格尔的体系却使科学与哲学分裂,为科学家所唾弃。科学哲学家赖兴巴哈说:“黑格尔的体系比任何其他哲学体系更甚地促使了科学家与哲学家的分道扬镳。它使哲学成为一个嘲笑的对象,而科学家则愿意从他的道路上清除掉这种东西。”科学家确实要清除黑格尔哲学。请看科学家对他的评论。

1884年,德国数学家高斯(1777~1855年)在给舒马赫(Schumacher H. C.)的信中写道:“你在当代哲学家谢林、黑格尔、内斯·冯·埃森贝克和他们的追随者身上看到了同样的东西(数学上的无能);他们的那些定义难道不使你毛骨悚然吗?”

著名生物学家施莱登(Schleiden M., 1804~1881年)说:“在独断论歧途上陷于紊乱的哲学家,特别是谢林派和黑格尔派的哲学家”是与自然科学相对抗的。黑格尔的自然哲学“形成一连串粗鲁的经验错误,毫无价值的批判或不加任何评论的引文堆积。”

奥地利物理学家玻耳兹曼(1844~1906年)在讲到当时的德国哲学时说:“他们现在已侵入我的领域多年,而我却甚至无法理解他们的观点是什么,因此我希望改进对于所有哲学的基

础理论的知识。为了直插纵深,我读了黑格尔;我在那儿发现了怎样的含混空洞的词语洪流!我的晦气星座把我从黑格尔又引到叔本华。……眼下这一代学者的头脑都被黑格尔的胡言乱语扰乱了。不擅思想、粗野、麻木。他们堕落到听任浅薄的唯物主义所折磨,这种从蜥蜴的蛋中爬出来的观点到处充斥。”

1862年,德国物理学家赫姆霍兹(1821~1894年)对黑格尔哲学进行了有力的批判。他说:“近年来有人指责自然哲学,说它逐渐远离由共同的语文和历史研究联结起来的其他科学,而自辟蹊径。其实这种对抗很久以来就明朗化了,据我看来,这主要是在黑格尔派哲学的影响下发展起来的,至少是在黑格尔派哲学的衬托下,才更加明显起来。……哲学家指责科学家眼界狭窄;科学家反唇相讥,说哲学家发疯了。其结果,科学家在某种程度上强调要在自己的工作中扫除一切哲学影响,其中有些科学家,包括最敏锐的科学家,甚至对整个哲学都加以非难,不但说哲学无用,而且说哲学是有害的梦幻。这样一来,我们必须承认,不但黑格尔体系要使一切其他学术都服从自己的非分妄想遭到唾弃,而且哲学的正当要求,即对于认识来源的批判和智力的功能的定义,也没有人加以注意了。”

赫姆霍兹的话更代表了当时科学家的心声。同样,20世纪的科学家仍然反对黑格尔的哲学,著名化学家普里戈金说,黑格尔哲学“在几代科学家看来,它代表了憎恶和藐视的一个缩影。在几年中,黑格尔的自然哲学所固有的困难因其体系所依据的科学背景被废弃而加剧,因为黑格尔当然把他对牛顿体系的拒绝基于他那一时代的一些科学概念的。而正是这些概念以令人吃惊的速度被废弃了。”

赖兴巴哈说:“黑格尔曾被人称为康德的继承者;那是对康德的严重误解,也是对黑格尔的不当的过誉。康德的体系虽然被以后的发展证明为不能成立,但不失为一个伟大的思想家要

把唯理论建立在科学基础上的企图。黑格尔体系则是一个狂信者的简陋的虚构，他看到了一条经验论的真理就企图在一切逻辑中最不科学的逻辑之内把它做成为一条逻辑规律。如果说康德的体系标志着唯理论历史发展的顶峰，那么黑格尔的体系就是属于作为 19 世纪特色的思辨哲学没落时期的。”

科学家之所以反对黑格尔哲学有几条理由。首先，黑格尔反对和攻击了牛顿。黑格尔在自然哲学中批判了牛顿的时空概念。今天，有了爱因斯坦的狭义和广义相对论，我们都知道牛顿的时空观点是不正确的。然而，黑格尔当时的这个批判是科学家不能接受的。

黑格尔还着重批判了牛顿的光学理论。黑格尔反对牛顿的光的微粒说。黑格尔说：“光是无形体的，甚至于是非物质的物质；……物理学家说，光是可以衡量的。但是，用巨大的透镜把光集中于一个焦点，让光落到极其精密的天平的秤盘里，天平秤盘不是没有被压得下降，便是像我们所看到的，引起的变化纯粹是由焦点聚集的热量所致。”关于牛顿的光的微粒说将在第一章介绍。

黑格尔反对牛顿在光学中使用数学方法。他说：“有人说牛顿是一位伟大的数学家，好像这就证明了他的颜色理论是正确的。然而，唯有数量才能从数学方面加以证明，物理的东西则不能从数学方面得到证明。在颜色方面数学是无足轻重的。”在古希腊，毕达哥拉斯和柏拉图都很重视数学，到 17 世纪，伽利略说数学是大自然的语言，牛顿把自己的书叫做“自然哲学的数学原理”。实际上，他们已经把物理学看作数学物理学了。真想不到过了两百年，黑格尔还会说出这样的话，他的无知是很惊人的。

19 世纪，德国诗人歌德提出一种颜色理论。他认为，白色光比有色光更简单、更纯粹；因此白色光是基本色，而其他颜色都产生于白色光。歌德的颜色理论显然是与牛顿的颜色理论

对立的。在歌德与牛顿关于颜色的这场争论中，黑格尔完全站在歌德一边。黑格尔说：“符合于概念的颜色说明，我们应该归功于歌德。……他的纯粹的、质朴的天赋智能，即诗人的首要条件，必然会对牛顿的那种粗野的反思方式发生反感。”“牛顿进而主张紫、青、蓝、绿、黄、橙、红七种颜色是单调的和不可分解的，这是不能令人信服的。”

众所周知，牛顿是通过棱镜把白光分解为七色光的。黑格尔也反对牛顿用光学仪器分析光谱的实验，他说：“歌德的功绩在于他贬低了棱镜的作用，牛顿作出结论说，‘棱镜引起的东西是原始的东西’，这是一个粗暴的结论。……说棱镜有分散光线的力量，这却是轻浮粗疏的言论，因为这种说法已经把那种据说得到经验证明的理论当成了前提。这好比我用擦地拖把把水弄脏，然后又想证明水原来并非清澈的。”黑格尔认为，颜色是由眼睛变换出来的，是“一种明暗关系在眼里的变形”。

19世纪，相对论和量子力学还没有问世，牛顿力学的局限性还没有发现。由于牛顿力学取得的一次又一次的胜利，牛顿在科学家中有着崇高的地位，当时科学家正想要用牛顿力学来统一一切物理过程。在这个时候出来反对牛顿，科学家当然是不能同意的。更何况，黑格尔的说法还有许多错误。普里戈金说：“黑格尔的自然哲学系统地吸收了牛顿科学所否认的一切。”而黑格尔这样做的目的，是要把他那不得人心的哲学推广到一切科学领域，是出于占领阵地的需要。赫姆霍兹说：“黑格尔自己觉得，在物理科学的领域里为他的哲学争得像他的哲学在其他领域中十分爽快赢得的认可，是十分重要的。于是，他就异常猛烈而尖刻地对自然哲学家，特别是牛顿，大肆进行攻击，因为牛顿是物理研究的第一个和最伟大的代表。”

还有，黑格尔在科学上的无知。

1801年，黑格尔曾经断言，要是人们稍稍注意一下哲学，立即就会明白，只能有七颗行星，不多也不少。因此，天文学家的

搜寻是浪费时间的愚蠢行为。黑格尔在科学问题上这样指手画脚是不能不受到惩罚的。且不说,后来发现的海王星。就在黑格尔发表这种谬论的当年,意大利天文学家皮亚齐发现了第一颗小行星——谷神星。1802年,奥伯斯又发现了第二颗小行星——智神星……

黑格尔还认为,阳光本身不热,他说:“我们把光视为是与火和热结合在一起的,好像太阳光就是我们通常所看到的地球上的光,它表现为燃烧。因而我们就会以为,为了能够用地球上的燃烧过程的情况去解释太阳发光,有必要指明维持太阳上的燃烧活动的方式,在这里要有火,就必须消耗材料。然而必须指出,地球上的燃烧过程是出现在个体化的物体上,而这类过程的条件在太阳上还没有在自由的质的关系里发生。我们必须把这种原初的光与火分开。地球上的光大多数都与热结合在一起;太阳光也确实是热的。但这种热却并不属于太阳光本身,而是光在射到地球上的时候才变热的。像攀登高山和气球飞行所表明的,太阳光本身是冷的。”

公元前400年,毕达哥拉斯派的学者菲洛劳斯(Philolaos)就提出中心火的概念,他认为,宇宙的中心是一团熊熊燃烧的烈火。他把中心火叫做“中心之炉”。可见,古希腊人早就把太阳看作是燃烧着的。如果不燃烧,要这个炉干什么。哥白尼则把太阳叫做“宇宙的灯”,灯也是燃烧着的。既然是宇宙的灯就是一盏很大很大的灯。黑格尔关于太阳不燃烧的说法是在开倒车。现在科学家更证实,太阳有着剧烈的热核反应。

黑格尔反对水的化学组成定义,他认为,水是一种简单的物质。他说,“与水是由氢和氧组成的观点相反,我们可以提出一个老问题,即水究竟是不是由氧和氢组成的,诚然,电火花会使这两者成为水。但水并不是由这两者组成的。”1781年英国化学家卡文迪什(Cavendish H.)把各种不同比例的干燥氢气与空气的混合物放在一个玻璃球内,通上电流,反应后发现瓶

的内壁上有露珠，经过检验，露珠是纯水。从而证明了水是化合物，结束了水作为元素的历史。在卡文迪什的实验做了近半个世纪之后，黑格尔竟然倒退到古希腊去了。古希腊人最初把水作为万物的根源，后来水又与土、火、气一道成为组成万物的四个基本元素。

在颜色的问题上，在行星的问题上，在太阳热不热的问题上，在水的问题上，黑格尔都显得相当无知，使得科学家看不起他。赖兴巴哈说，黑格尔体系“使哲学变成为一个嘲笑的对象。”

最后，最使科学家反感的还是黑格尔哲学本身。

众所周知，黑格尔体系是客观唯心主义。他把理念作为万物的本源，这个理念叫做“绝对理念”，这正是他哲学的出发点。在黑格尔看来，作为万物本源的绝对理念，是一个富有创造性的主体。绝对理念在自己的发展中必定要把自己异化为自然界，然后在人的理性中认识自己，回到自身。黑格尔的体系——逻辑学、自然哲学和精神哲学，就是按照这种思想建立起来的。逻辑学描述绝对理念在纯概念形式中的自我发展。在这个阶段，绝对理念表现为范畴的推演。自然哲学描述绝对理念异化为自然界后在自然界中的发展。在精神哲学中，绝对理念摆脱了自然界进入人的意识，并在人的意识中最终回复到自身。

自然哲学是黑格尔体系的第二部分，是研究绝对理念异化的。在这里，黑格尔想要说明的有三点。第一，理念是自然界的本源，自然界是理念的产物。在黑格尔看来，理念在逻辑阶段是纯粹的、抽象的，而抽象的理念是不实在的。理念为了实现自己，必定要异化为自己的对立面——自然界。自然界的事物都是理念的表现和产物。第二，理念异化为自然，同时又潜藏于自然之中，主宰着自然事物的发展。有机体各个器官并不是彼此独立的，它们之间具有内在的统一性，这种统一性就是

潜藏在有机体中的理念。第三,理念不会停留在自然界的发展阶段上,它必定要克服自然界的束缚,回到其自身,也就是过渡到精神哲学去。自然哲学的目的就是要从自然界引出精神,揭示蕴藏在自然界中的理念的发展。

黑格尔的自然哲学是科学家不能接受的。科学家相信,存在一个实在的外在世界,这个世界绝不是什么理念的异化。赫姆霍兹说,黑格尔哲学“从一种假说出发,以为不但精神现象,就是实际世界——自然与人——也是创造性的心灵的一个思想活动的结果,它认为这个创造性的心灵在种类上与人的心灵相似。根据这一假说,人的心灵,即使没有外界经验的引导,似乎也能够揣度造物者的思想,并通过它自己的内部的活动,重新发现这些思想。‘同一性哲学’就是从这一观点出发,用先验的方法构造其他科学的成果。”既然一切科学知识都能够从黑格尔哲学推演出来,自然科学也就没有存在的必要。科学家对黑格尔的这种说法是很反感的。德国物理学家劳厄说:“在19世纪时,黑格尔的‘同一性哲学’遭到了自然科学家们的正当反对,因为黑格尔的哲学否定了一切经验科学的生存权利。”在古希腊,力学、物理学、生物学等都包含在哲学的母体中,随着科学的进步,才一个一个地从哲学中独立出来。现在,黑格尔又重新把这些包括进哲学中,这不是开倒车吗。

黑格尔认为,关于自然界的知识能够由理念推导出来,与他的“逻辑学”一样,黑格尔也用他的三段式来构造他的“自然哲学”。首先,他把自然哲学分为三个领域:力学、物理学、有机物理学。在力学中又分为:空间和时间、物质和运动、绝对力学。物理学中又分:普遍个体物理学、特殊个体物理学、总体个体物理学。在有机物理学中又分:地质自然界、植物自然界、动物自然界。在每个更小的题目中,仍然按三段式进行。如空间和时间中包括:空间、时间、位置和运动……。然而,实际上,任何一门科学或一个科学概念的发展是不能用黑格尔的三段式

来套的。赖兴巴哈批评黑格尔的“辩证规律具有一种可以随意揉捏的意义；它只是一个方便的筐子，某些历史发展可以在过程走完之后被装进去，但要进行历史预测那它就不够精确，不够普遍了。而且它也不能被用来为一个确定的科学真理性作论证。”实际上，即使某些历史过程走完了，也装不进黑格尔的筐子里。我们在第三章就讨论这个问题。

黑格尔认为，实在世界的知识可以由理念推导出来的说法也受到普里戈金的批评。他说，康德以后的德国哲学家“假定了一种获取知识的新途径，这种途径与科学的途径不同，且在实际上与科学的途径相反。”19世纪20年代以来，德国科学家开始重视经验和实验，有赫姆霍兹测量神经的传播速度的实验、基尔霍夫关于元素光谱的实验、赫兹的电磁波实验和伦琴的阴极射线实验等。就在这个时候，黑格尔抛出了他的自然哲学，抛出用三段式构造世界知识的方法。这是德国科学家很反感的。在当时的德国学术界甚至形成反对思辨的风气。

1841年，德国物理学家迈尔把自己关于能量转化和守恒的论文寄给《物理学和化学年鉴》。可是这个杂志的主编反对黑格尔哲学，对思辨哲学很反感。他认为，迈尔的论文缺少实验材料，思辨性太强，不予发表。这就是当时德国学术界对待黑格尔哲学的态度。不过，迈尔说，他自己对思辨也“讨厌到恶心的程度”，并说他的思想不是在桌子上研究出来的。

当然这不是说，科学家就不要思辨性的思维了。特别是理论物理学是离不开思辨性思维的。问题是科学家能不能按照黑格尔的三段式来思维，科学家能不能用固定的思维模式来进行发明、创造。如果一个科学上的新事物或一个新科学理论能够按照固定模式推导出来，那还是发明、创造吗！何况，黑格尔的三段式既很呆板又很随意。黑格尔把太阳、行星和彗星也构成一个三段式；在化学过程中，他又把氢、氧、碳构成一个三段式：氢代表对立的肯定方面，氧代表对立的否定方面，碳代表对

立的统一。普里戈金说：“对大多数科学家来说，自然哲学变成了蹂躏事实的骄傲自大、荒谬绝伦的推测的同义语，且被事实不断地证明的确是错的。”赫姆霍兹说黑格尔的“自然哲学体系，至少在自然哲学家的眼里，乃是绝对的狂妄。和他同时代的有名的科学家，没有一个人拥护他的主张。”

显然，黑格尔辩证法的自然科学基础是十分可怜的、有限的。更何况，黑格尔已经离世一百多年了。在这一百多年里，自然科学有了惊人的发展，相对论、量子力学和混沌学相继问世。有必要根据自然科学的新成就，重新考察、评价黑格尔的辩证法理论。这是摆在哲学工作者面前的一项紧迫任务。本书是作者在这方面的一次尝试。如果本书能够在这方面，对科学工作者和哲学工作者有所启发，作者会感到十分的欣慰。

现在，这本书要出版了。这首先要感谢北京市社会科学院在经济上的支持。

其次，要感谢妻子金惠仙的支持，这本书也包含着她的劳动，没有她的支持，这本书是出不来的。

最后，我要提到父亲——李安居士，他的为人处世对我有很深的影响，我的性格和品行是在他的教育和熏陶下形成的。父亲于2005年2月以97岁的高龄在南京去世。我过分在乎自己的业务，未能在他的晚年侍候他、孝敬他，后悔不已。谨以此书献给敬爱的父亲。

著 者

2007年10月

目 录

第一章 物理科学与一分为二

第一节	物质与反物质·····	1
第二节	关于光的三种学说·····	7
第三节	自然界的四种相互作用 ·····	19

第二章 物理科学与质、量、度

第一节	数学在物理科学中的作用 ·····	38
第二节	标度不变性 ·····	58
第三节	物理常数 ·····	65

第三章 物理科学与黑格尔的三段式

第一节	力的概念的发展 ·····	89
第二节	真空概念的发展·····	113
第三节	宇宙学的发展·····	121

第四章 现象与本质

第一节	物理现象·····	140
第二节	物理本质·····	146
第三节	现象与本质·····	161

第五章 形式与内容

第一节	牛顿力学中形式与内容的关系·····	167
第二节	量子理论中形式与内容的关系·····	190
第三节	黎曼几何与广义相对论·····	199
第四节	结论·····	215

第六章 原因与结果

第一节	建立在经典物理学基础上的严格决定论·····	217
第二节	统计物理学与决定论·····	230
第三节	量子力学与决定论·····	251
第四节	结论·····	273

第七章 必然与偶然

第一节	牛顿力学中的必然与偶然·····	274
第二节	统计物理学中的必然与偶然·····	282
第三节	量子力学中的必然与偶然·····	283
第四节	混沌学中的必然与偶然·····	283
第五节	结论·····	324

参考文献·····	325
-----------	-----

第一章 物理科学与一分为二

完美的宇宙统一、无缺陷的对称都是无结果和死亡的同义词

——郑春顺

对立统一规律被当作辩证法的核心。黑格尔 (Hegel G. W. F.) 说:“要在对立中把握统一,又要在统一中把握对立”。这种说法实在太玄,太抽象了,难以把握。如果说事物是一分为二的,通过一分为二来理解和把握对立统一规律就容易多了。我们在日常生活中,就会遇到许多一分为二的事物:方位分上下、南北、东西,序列分前后,电荷分正负,磁极分南北,等等。这些事物都是一分为二的。那么,是不是有不是一分为二的事物呢? 有的,我们从物理学的角度来说明这一点。

第一节 物质与反物质

在 20 世纪的头 25 年里,物理学获得两个重大突破。相对论的发现,在高速问题上突破了牛顿力学,量子力学的创立在微观问题上突破了它。这时的量子力学是非相对论性的,只能用来描述作低速运动的粒子。然而,在量子力学创立之初,物理学家就意识到,应当把量子力学与相对论结合起来。英国物理学家狄拉克 (Dirac P. A. M.) 用爱因斯坦的狭义相对论,结合量子理论的要求,推导电子能量 E 的公式。在快要完成计算时,他得到了 E^2 的表达式

$$E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4 \quad (1-1)$$

式中 E ——电子能量;

p ——动量；

c ——光束；

m ——质量。

这是相对论中能量与动量的关系式,然后,求 E 的平方根

$$E = \pm \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4} \quad (1-2)$$

在这里,负解应该同具有负能量的电子相对应。而根据相对论,物质是能量的一种形态,所以,具有负能量的电子就意味它具有负的质量。

在牛顿力学和相对论中,一切运动、变化都是连续的,一个具有正能量的物体不可能变成负能量的。因此,在那里,负值能被当作没有任何物理意义的解而被抛弃了。但是,在量子物理中则不能这样做,量子力学允许不连续的变化,允许从一个能级跳到另一个能级,原为正能量的粒子可以跃迁到负能态区域去。因此,狄拉克认为,在相对论量子力学中,负值能不能删除,与负能量相对应的解应当有物理意义。狄拉克说:“当我们转向量子力学时,情况就不同了。这是因为在量子力学中,动力学变量能从一个值跳到另一个值,并且如果从正能量出发,就不一定保持为正能量,粒子能从一个正能态跳到一个负能态。只要我们研究的是经典理论,我们就可以根本不管负能态;而在量子理论中不能这样做。”

1930年,狄拉克提出一种新的真空理论,就能够赋予负能量以意义。他认为,真空并非空无一物,而是一个被电子填满的区域,形成一个“负能量的海洋”。同时正能区域未被电子占据。也就是说,真空是一种所有正能态都空着,所有负能态都被填满的状态。填满电子的负能区域所产生的总效果为零,电荷、质量、动量等可观察量都为零,这样的区域就是通常所说的真空。这样,狄拉克通过一种新的真空理论解决了负能态的困难。在狄拉克海洋中,如果有一个电子跃迁到正能态区域,那么在负能态区域就出现一个空穴。这个空穴相当于一个带正电的粒子,这个粒子除了电荷、磁矩与电子相反以外,质量、自旋以及其他性质均与电子一模一样,称为正电子。这样,狄拉克从理论上预言了正电子的存在。

1932年8月美国物理学家安德森(Anderson C. D.)在用云室

探测宇宙线时,发现了狄拉克预言的正电子。9个月以后,英国物理学家布莱克特(Blackett P. M. S.)等人在用云室探测宇宙线时,证实了电子对(电子和正电子)的产生和湮灭。这样,狄拉克的理论导致承认反物质的存在。狄拉克的反物质理论极大地丰富了人类对物质结构的认识。狄拉克说:“有了反物质的概念,我们就必须改变我们对基本粒子(或叫基础粒子)的看法。这些粒子能从一些其他形式的能量中产生出来,例如从电磁波的能量中产生出来。我们可以用电磁波来扰动真空,把一个负能电子拉到正能态上,这样就产生了一个电子和一个正电子。电子和正电子是同时产生的。当然,电荷是守恒的,能量必须从外源得到。对其他费米粒子也有类似的情况,如果我们能够产生出粒子,则什么是物质的基本成分的问题就不再有明显的意义。以前人们可以说尽可能地把物质分解为小块就能得到物质的最终组成部分。但是,如果人们能用原子的相互作用来产生粒子,就不能给基本粒子下一个确切的定义了。”

狄拉克的理论根本改变了原子物理的基本概念,革新了人们对自然的认识,改变了人们的自然观,这是20世纪最杰出的物理理论之一。1972年,德国物理学家海森伯(Heisenberg W. K.)说:“我认为,反物质的发现也许是我们世纪所有跃进中最大的跃进。”有人称狄拉克是粒子世界的哥伦布,他引导人们发现了整整一大片新大陆——反物质。1955年,美国物理学家张伯伦(Chamberlain O.)和赛格雷(Segre E. G.)等人通过高能质子稳相加速器发现了反质子,第二年又发现了反中子。1960年,我国物理学家王淦昌及其同事发现了 Σ 超子。到20世纪60年代,理论上预言的各种反粒子都已找到。自然界逐渐显示出它在质量上和电量上的对称性。1965年,美国科学家甚至在实验室中制造出世界上第一个反物质“反氦”。

安德森找到了狄拉克预言的正电子,后来,物理学家又发现了反质子,反中子,反中微子……每一种基本粒子都有自己的反粒子。一边是粒子,一边是反粒子;一边是物质,一边是反物质。在这里,事物似乎是一分为二的。1965年,物理学家甚至认为,反物质世界中的各种物理定律与支配真实世界的物理定律是相同的。