

基础物理学的辩证法

申先甲 著

科学出版社

1983

内 容 简 介

本书主要是叙述基础物理学和自然辩证法的关系。

书中分门别类地概述了物理学各学科的历史和发展近况，对其中的辩证关系作了系统深入的分析。

阅读此书能使学习物理学的同志从中学习一些辩证法，又能使哲学工作者掌握一定的物理学基本知识，对哲学工作者宣传自然辩证法，对物理学工作者指导工作实践，树立正确的自然观都有一定现实意义。

本书材料丰富、通俗易懂，适于物理学和哲学工作者、中学物理教师及科技干部阅读。

基础物理学的辩证法

申先甲 著

责任编辑 姜淑华

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1983 年 1 月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1983 年 1 月第一次印刷 印张：10 5/8

印数：0001—8,050 字数：210,000

统一书号：13031·2119

本社书号：2890·13—3

定价：1.35 元

目 录

绪言	1
第一章 机械运动的矛盾	6
第一节 机械位移本身包含着“在”和“不在”的矛盾	7
第二节 运动的转移和物体间的相互作用	16
第三节 物体机械运动状态变化的内部根据	20
第四节 机械运动中量变到质变的转化	27
第二章 宏观热现象的辩证法	34
第一节 热的本质和宏观热运动的基本过程	34
第二节 运动的守恒性——热力学第一定律	43
第三节 自然过程的不可逆性——热力学第二定律	49
第四节 “绝对冷却”不可能实现——热力学第三定律	66
第三章 物质的聚集状态及其转化	70
第一节 物质聚集态及其相互转化的内部根据	70
第二节 物质聚集态的相互转化	74
第三节 物质各种聚集态的特性	85
第四章 电磁运动的辩证性质	99
第一节 电磁现象的两极之分	95
第二节 电流的形成	109
第三节 电场和磁场的辩证统一	115
第四节 电磁场的物质性	129
第五章 微观物体运动的特殊本质	142
第一节 光的量子本性	142

第二节	微观物体的波粒二象性	156
第三节	微观物体运动的特殊规律	168
第六章	原子和原子核的内部运动	180
第一节	原子中原子核和电子的对立统一	180
第二节	原子核内核子之间的相互作用	196
第三节	探索基本粒子的内部结构	212
第七章	相对论的哲学意义	230
第一节	牛顿绝对时空观的破产	230
第二节	时空观的一次大变革	245
第三节	物质和运动的密切联系	269
第四节	引力场和惯性力场的统一性	279
第五节	四维时空、引力和物质运动的统一性	288
第八章	物理学认识的真理性	307
第一节	物理学认识是相对真理与绝对真理的辩证统一	307
第二节	克服物理学中的独断论	320
第三节	反对物理学中的相对主义	327

绪 言

在《论战斗唯物主义的意义》一文中，列宁提出了建立自然科学工作者和唯物主义哲学工作者的联盟这一非常重要的问题。从一定意义上说，自然科学和唯物主义哲学是在从不同的方面完成认识我们周围物质世界的任务，都在促进着人类的思想进步。所以，它们有着本质上的一致性。一方面，唯物主义哲学以自然科学成果为其重要基础之一；另一方面，它又是指导自然科学健康发展的重要武器。物理学发展的历史也充分证明了它同唯物主义哲学之间的这种一致性。

我们知道，物理学所研究的是关于物质结构、物质相互作用和物质运动的最基本、最普遍规律。物理学的规律是在自然界普遍起作用的规律，所以，它对于确立人们的世界观具有极其重要的意义。物理学研究的进展，在唯物主义哲学的发展中始终具有突出的意义；物理学上的每一重大突破，都异常敏感地在哲学领域内引起反响，并最终推动唯物主义哲学的发展。所以，唯物主义哲学是离不开物理学这个生长点的，它必须经常地从物理学的最新成就中吸取营养，不断丰富和发展它的各个基本原理。实际上，任何哲学只有当它的每一个细节都能够经受得住包括物理学在内的自然科学的严峻检验时，它才是有力量的，辩证唯物主义哲学也不例外，在任

何时候都必须随着自然科学的发展不断改变其自身的形式。

物理学发展的历史又同时表明，它的发展始终离不开哲学的支配，始终要接受哲学的指导。从本质上讲，物理学是一门实验科学，但理论思维在建立物理学理论中又起着极为重要的作用。一般说来，人们对物理过程的研究，基本上是通过精密的观察和实验测量，并运用理论思维进行分析概括而得出结论的；它既要求有坚实可靠的实验基础，又并不停留在对实验结果的描述和经验规律的概括上，而是力求发现物质结构和运动的内在联系及其定量关系，形成新的概念，概括出普遍规律，建立起严密的理论逻辑系统。人们在探索客观世界的物理规律和建立系统物理学理论的道路上，不可避免地要运用人类在长期社会实践中所获得的认识事物的经验，要使用一些范畴，运用一定的方法，经历认识发展的一定过程，这就自觉不自觉地吧哲学思想引进到物理学的研究工作中了。所以，哲学的指导作用贯穿着物理学研究的全过程。例如，如何选择研究课题、确定研究方向，如何抓住主要矛盾设计实验，如何分析实验结果，如何对待新的实验发现与旧理论之间的矛盾，如何提出新的假设并进一步检验和修改假设，如何建立理论体系并正确认识各种理论的真理性的辩证性质，如何进一步发展物理学的科学认识，等等，都同一定的哲学思想密切联系着。

所以，不管物理学家本人的主观愿望如何，实际研究工作总会遇到许多重要哲学问题。随着他们研究工作的深入进展，尤其在他们概括自己的科学成果时，都不能不探讨许多

哲学问题。爱因斯坦本人就有着极深厚的哲学素养，阅读过许多哲学名著。他认为哲学“是全部科学研究之母”。海森堡结合现代物理学发展的具体实践指出：“一个人没有希腊自然哲学的知识，就很难在现代原子物理学中作出进展。”他认为，哲学，不管自觉不自觉，总是支配着基本粒子物理学的发展方向。玻恩在谈到物理学和哲学的关系时也说：“每一个现代科学家，特别是每一个理论物理学家，都深刻地意识到自己的工作同哲学思维错综地交织在一起的，要是哲学文献没有充分的知识，他的工作就会是无效的。……因此，我认为科学家并不是和人文学科的思想割裂的。”其他如牛顿、惠更斯、波尔茨曼、马赫、彭加勒、玻尔等人的科学研究工作，都与哲学思考有紧密的联系。他们或是从自身的科学探索经验中制造出自己所需要的哲学武器，或是选取在他们的时代流行着的某种时髦哲学作为自己的精神支柱。

今天，在物理学的各个领域里，都发生着日新月异的变化。不仅在传统的研究方面不断取得一系列新的成果，而且还出现了新的实验事实层出不穷，而已有的理论无法解释的局面。这些新矛盾、新问题的大量涌现，表明现代物理学理论正经历着一场巨大的革命；它愈来愈深刻地揭示着自然界的辩证性质。在微观方向上，深入地研究物质结构的更深层次，涉及到更短的时间、更小的空间范围、更大的速度、更高的能量和更复杂的相互作用。巨大的量变必然产生质的差别，必将呈现出新奇的规律性。在宏观方面，人们对宇宙的观测已扩展到一百五十亿年以上的时间和一百五十亿光年以上的空

间；许多新的天象发现和天体物理学所提出的新理论，使人们对宇宙的认识获得了新发展。物理学的理论和方法向各个学科的渗透，开辟了物理学研究的许多新领域，产生了一个个新的学科分支，出现了各种新学说和新学派。

为了正确地理解物理学所取得的这些巨大成就并推动这场物理学革命的深入发展，特别需要物理学工作者与哲学工作者自觉地打破以往那种各守门户的传统界限，将物理学和辩证唯物主义哲学的研究有机地结合起来。应该看到，我们的哲学长期以来过远地滞后于自然科学发展的步伐，某些方面表现出贫困、陈旧的迹象。这个状态必须尽快改变。哲学工作者应该向自然科学学习，掌握一定的物理学基本知识，甚至在某些方面还应有较深的造诣，能够跟上物理学的新进展，了解现代物理学发展中提出的各种哲学问题。物理学工作者也应该进行哲学学习和研究，作一个自觉的辩证唯物主义者，用正确的世界观和方法论指导物理学的研究工作。我们希望通过物理学工作者与辩证唯物主义哲学工作者的共同合作，对人类的思想进步作出更大的贡献。

在这本书中，我们试图通过揭示物理学各个部分基本知识中所包含的辩证内容，使哲学工作者了解一些基本物理学知识，把哲学的研究工作深入到物理学领域；也使物理学工作者了解一些唯物辩证法的基本原理，提高哲学的兴趣和素养，增强运用辩证唯物主义指导物理学研究工作的自觉性。

恩格斯曾指出：“事情不在于把辩证法的规律从外部注入自然界，而在于从自然界中找出这些规律并从自然界里加以

阐发。”^①这个正确的思想方法应该作为我们的指导原则。物理学理论本身，是在实践中受着充分检验的。它作为对客观物理过程近似正确的模写，总是要在某种程度上反映出客观过程的辩证性质，因而在物理学的基本知识中充满着辩证法的内容；不应该脱离物理学的基本知识及其发展去空泛地研究辩证法。所以，物理学基本知识的介绍，在本书中占有很大的比例。不过，鉴于本书的任务，我们只是着重对物理学的某些基本概念、基本规律的本质意义和基本物理学思想进行讨论，从中发掘辩证法的内容，得出哲学结论，而并不要求对各门基础物理学理论作系统的全面阐述。另外，对于某些重要的基本概念、基本定律和学说的提出、形成和发展，我们也作了一些简单的历史介绍，这可能是有益的。因为经验表明，学习一点科学发展史，有助于了解科学知识自身的深刻意义，了解它们同人类社会实践发展的关系，对于揭示知识的辩证本质也是有帮助的。

^① 恩格斯：《反杜林论》，人民出版社（1970），10。

第一章 机械运动的矛盾

世界上的物体总是在运动着的，而机械运动又是自然界中最大量普遍存在的运动形式，所谓机械运动就是物体对物体、或物体各部分之间相对位置的变动。例如，行驶着的汽车对路旁的房屋、树木的位置发生着变化；流动的河水对河岸的位置发生着变化，等等，这就是机械运动。它是自然界随时可见的一种最普遍最简单的物质运动形式。自然界的一切物体都进行机械运动；每一种较高级、较复杂的物质运动形式，如各种物理过程、化学过程、生命过程，都包含着或大或小的位置的移动，即都包含着机械运动。所以，研究机械运动就成为研究一切自然过程和物质运动形式的重要基础。

毛泽东同志指出：“矛盾是简单的运动形式（例如机械性的运动）的基础，更是复杂的运动形式的基础。”^①机械运动虽然是最简单的运动形式，却也是一个辩证的过程，是由事物内部的矛盾产生的，矛盾是机械运动的基础。

机械运动的矛盾是什么呢？我们知道，机械运动既表现为物体位置的变动，又包含着物体自身运动状态的变化，每个物体又同周围物体相互作用着。这些非臆造的不同的过程，

^① 毛泽东：《矛盾论》，《毛泽东选集》第一卷，人民出版社（1952），293页。

都是不同质的，都有其特殊的矛盾。所以，对机械运动的各种具体过程，要作具体的矛盾分析。

第一节 机械位移本身包含着“在” 和“不在”的矛盾

自然界中物体的机械运动，其表现形式虽是多种多样的，但都有其共同的特点，即都发生着位置的变动。所谓“位置的变动”，其中包含着两个基本概念：一个是空间，表示出物体的位置；一个是时间，表示着位置的变化。每个时刻物体占有一个相应的位置，不同时刻物体到达于不同的位置，从而表现出物体位置的变动。但是，这样描写的只是运动的结果，而不是运动本身，没有揭示出物体怎么会从一个位置移到另一个位置。因为，这种说法并没有揭示出使机械位移成为可能的矛盾根据。

那末，这个矛盾是什么呢？恩格斯精辟地指出：“运动本身就是矛盾；甚至简单的机械的位移之所以能够实现，也只是因为物体在同一瞬间既在一个地方又在另一个地方，既在同一个地方又不在同一个地方。这种矛盾的连续产生和同时解决正好就是运动。”^①

一个物体在某一时刻到达于某一个地方，在任一瞬间占据空间的一定位置，即“在一个地方”，“在同一个地方”，这反

① 恩格斯：《反杜林论》，人民出版社（1970），117页。

映出机械运动过程中有相对静止的一面。有了“在一个地方”的这个方面，物体在任一时刻才有确定的位置，才可以保持一定条件下的相对稳定性，也为发展变化提供了前提。但静止只是相对的、暂时的。如果物体只有“在一个地方”的方面，就不会发生位置的移动。

一个物体在到达某个地方的同时，又正在离开那个地方，正在由这一地点移向下一地点，正在进行位置的变更。所以物体“又在另一个地方”，“不在同一个地方”。这反映出机械运动过程中物体有不断运动、变化的一面。正是由于物体在一个时刻具有不在同一个地方的这个方面，物体才有运动的趋势，才能发展、变化，产生空间位置的改变。所以，“不在同一个地方”是物体机械运动过程中变动的、积极的、绝对的方面。但若只有这个方面，运动就会瞬息万变，毫无稳定性，物体就没有位置，没有轨迹，也就无法认识和描述了。

在某一时刻，物体既到达某个地方，又正在离开这个地方，所以既处于某个位置，又不在这个位置。这是互相矛盾、互相对立的两个方面。但这两个方面是在同一瞬间体现在同一个物体上的，这表明矛盾的统一性，即矛盾双方是互相依赖、互相依存的，同时存在于同一个物体的统一的运动过程中。

可见，物体之所以能够运动，就是因为它具有矛盾。某个时刻，物体处在空间的一个确定位置上；但同时又正在离开这个位置，发生位置的变动，不具有绝对确定的位置。同一瞬间物体既在一个地方又不在同一个地方，这两个方面互相

对立、互相否定，又互相联系、互相依存。“一动一静”，没有动就没有静；“不止不行”，没有静也谈不上动。这正表明机械运动是静止和运动的矛盾的对立统一过程。这两个方面的对立斗争，引起矛盾的转化：不在一点转化为在一点，在一点转化为不在一点，这种矛盾的连续产生和同时解决，就构成了连续的运动过程，使物体机械位移的实现成为可能。如果没有这种矛盾，机械运动也就不可能发生。

例如，如果仅仅是要了解列车的位置，可以说行驶的列车在某一时刻在某处，另一时刻在另一处。但若是要说明运动的本质，这个说法就不够了，因为它所描述的只是运动的表现和结果，而不是运动本身的本质。想要了解运动，就必然要碰到矛盾：运动着的物体每一时刻都处于既在一个地方又不在同一个地方的矛盾状态之中。比如，下落的雨滴只有每一时刻既在空中的某处又不在该处，才能进行其下落运动。

机械运动中“在”和“不在”的矛盾，体现了时间和空间的间断性与连续性的矛盾。机械运动是物体的空间位置随时间的变更，所以它是时间与空间的统一。但时间与空间既是间断的，又是连续的。例如，时间可以分成好多小时、分、秒，空间可以分成好多位置、好多点，这种可分性表明它们是间断的；但时间和空间又是连续的，从一个时刻到另一个时刻，从一个地点到另一个地点，是连续不断的，可以过渡的。如果只有连续性，就分不出时刻，分不出地点；如果只有间断性，就割断了时空的联系，从一个时刻不能进入下一个时刻，从一个地点不能到达另一个地点，一切变化就成为不可能的了。所

以时间和空间既是间断的,又是连续的,是间断性与连续性的辩证统一。

列宁指出:“运动是(时间和空间的)不间断性与(时间和空间的)间断性的统一。运动是矛盾,是矛盾的统一。”^①机械运动是通过时空关系表现出来的,它总表现为某一特定时间(时刻)同某一特定空间(位置)的重合,同时又在破坏着这种重合。在运动过程中,物体在“这时”,却又不断地超越“这时”的界限而不在“这时”;在“这里”,却又不断地突破“这里”的限制而不在“这里”。“这时在这里”,体现了时间和空间的间断性;“这时在这里又在那里”,体现了时间和空间的连续性,它使物体具有了比自身“这时在这里”更长的时间和空间,即进入“彼时彼地”了。这样,物体才既存在于一定的时空范围之中,却又不断克服被限制的时间和被限制的空间,超越这个有限的时空界限,从而形成连绵不断的运动之流。所以,机械运动本身,正反映着时间和空间的间断性与连续性的对立统一。

物体机械运动状态的一个重要标志是速度。即时速度这一概念,就体现着时间与空间的间断性与连续性的对立统一。

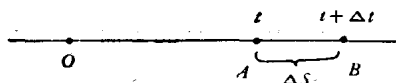


图 1.1 当时间间隔 Δt 和位移 ΔS 趋于零时,比值 $\Delta S / \Delta t$ 的极限值就可以精确地描写物体经过 A 点时的运动情况

① 列宁:《哲学笔记》,人民出版社(1974),283页。

为了简便起见，我们在这里只举变速直线运动的速度为例来进行讨论。如图 1.1 所示，设某一时刻 t 物体经过 A 点，再经过一段时间 Δt 后，即在 $t + \Delta t$ 时刻，物体经过 B 点， ΔS 即物体在此段时间内所发生的位移。比值 $\Delta S/\Delta t$ 就是物体在该段时间间隔 $t - t + \Delta t$ 内的平均速度。一般说，平均速度随所取的时间间隔的不同而有所差异，而且也只能表现出在所取的时间间隔内运动的平均快慢程度。所以，平均速度不能精确表示运动的真实情况，而只能给予运动以粗略的描述。如果把时间间隔 Δt （因而位移 ΔS ）取得越来越短，比值 $\Delta S/\Delta t$ 也就越来越精确地描写着物体在该段时间内（也即该段路程上）的运动状况。当时间间隔 Δt （因而位移 ΔS ）趋于零时，比值 $\Delta S/\Delta t$ 就趋于某一极限，这个值就是物体在 t 时刻的即时速度，也就是物体经过 A 点时的即时速度。所以即时速度可定义为位移对时间的一次导数，即

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt}.$$

不难看出， Δt 趋于零表示物体运动过程中的某一特定时刻 t ， ΔS 趋于零表示物体经过某一位置 A 。所以， Δt 和 ΔS 趋于零，是对位移和运动的否定，表示物体某一时刻“在”某一位置； dS/dt 即物体某一时刻在某一位置处的速度。因此，即时速度的存在表明着某一时刻和某一位置的重合、对应，表明着时间和空间的连续中的间断。但是， Δt 和 ΔS 又是时间进程和空间位置的微小变化，它们本身就是对任何一个特定时刻 t 和特定位置 A 的否定，因而是表示着位移，肯定了运

动,表现着物体“不在”某一固定的位置; Δt 趋于零和 ΔS 趋于零还是一个连续地、无限逼近于零的过程。在任意大小的时间间隔 Δt 之内各个时刻点的连续性和任意大小的空间间隔 ΔS 之内各个空间点的连续性,才使时间和空间的无限分割、无限逼近成为可能,使求导数成为可能。所以, dt 和 dS 的本身就是矛盾,它们既是“瞬间”和“地点”,又是时间和空间的某段“间隔”,即时速度 dS/dt 正表现着在某一时刻和某一位置处物体突破这一时空限制的趋势和强度,它深刻地反映了物体运动中同一瞬间既在一个地方又不在同一个地方的矛盾本质。

运动的这种矛盾性质,早就为具有朴素辩证法思想的古代哲学家所觉察。如我国春秋战国时期的名家惠施(约公元前 370—310 年)曾提出“日方中方睨”,说太阳刚刚正中,马上又偏斜了。公孙龙(约公元前 320—250 年)也提出“轮不碾地”,说滚动的轮子上没有一点碾在地面的固定点上。这表明他们已猜测到物体在运动中的每一瞬间不是在同一个地方。这种见解是包含辩证法因素的;缺点在于片面地强调了运动而忽略了相对的静止。针对公孙龙的辩题,墨家则反驳说:“环俱抵”,说滚动的轮子边缘上的每一部位都要依次抵地的。在这一争论的基础上,后来名家又提出了“镞矢之疾也,而有不行不止之时”的命题,发展了前人的看法,认识到机械运动中运动与静止的对立统一。

但是,一切形而上学者却企图否认机械运动中的这一矛盾,进而达到否定运动的目的。如古希腊哲学家芝诺(公元前

五世纪)就曾提出“飞矢不动”、“阿基里斯追不上乌龟”等诡辩命题,企图否定运动的可能性。前一个命题是说,飞着的箭在每一个时刻都处于一个位置,只占有和自身一样长的空间,即严格地“在这里”;而不可能同时又处于别的位置,不可能占有比自身更长的空间,即不会“又在那里”。物体的运动则要求物体同时占有比自身长度要大的空间,但箭却不可能同时具有两种长度。因此,飞着的箭在每一时刻都绝对地静止在一个空间位置上,即每一时刻都是静止的;许许多多静止状态的迭加依然是静止,不会构成运动。所以,飞矢是不飞的。后一个命题是说,快跑家阿基里斯开始向前跑时,在他前面的乌龟也开始向同一方向爬行,阿基里斯永远追不上乌龟。因为当他到达乌龟的出发点时,乌龟已前进一段距离了;当他追到乌龟的新的出发点时,乌龟又向前爬行了,依此类推,以至无穷。由此芝诺得出结论说:最慢的不会被最快的追上,因此运动是不可能的。在这些命题中,芝诺只承认了时间和空间的间断性与可分性,否定了连续性,在一个点就是绝对地在一个点,这一点与另一点是绝对间断开的,永远没有既在这一点又进入另一点的可能。可见,割断了时间和空间的间断性与连续性的辩证统一,就会否定运动的存在。

二十世纪初的马赫主义者,俄国社会革命党人切尔诺夫重新拣起芝诺的余唾,声言“运动就是物体在某一瞬间在一个地方,在接着而来的另一瞬间则在另一个地方”。这种说法,由于否定了矛盾,表面上虽在描述运动,而实际上却取消了运动。列宁反驳说,这种观点是不正确的,因为“(1)它描述的是