

物理学的进化

[美] 阿尔伯特·爱因斯坦 [波兰] 利奥波德·英费尔德——著

Albert Einstein | Leopold Infeld

$v^2 - v_0^2 = 2ax$ $E = MC^2$ c 299792458 m·s⁻¹

3.00×10^8 m·s⁻¹ / G_0 (6.6720 ± 0.0041) × 10⁻¹¹

m²·s⁻² (6.67 × 10⁻¹¹ m²·s⁻² / (Avogadro)

6.0221367 × 10²³ mol⁻¹)

(1.441 ± 0.00026)

1.441 ± 0.00026

(Boltzmann) k

1.380658 × 10⁻²³ J·K⁻¹

(22.7 × 10¹⁰ C)

3 m²·s⁻² (1.602 × 10⁻¹⁹ C)

1.602 × 10⁻¹⁹ C

u (1.6605389 × 10⁻²⁷ kg)

1.6605389 × 10⁻²⁷ kg

(1.6749543 ± 0.0000086) × 10⁻²⁷ kg

1.6749543 ± 0.0000086 × 10⁻²⁷ kg

(9.6 × 10¹⁸ eV)

9.6 × 10¹⁸ eV

(8.85 × 10⁻¹² C²·N⁻¹·m⁻²) / ε₀

(8.85 × 10⁻¹² C²·N⁻¹·m⁻²) / ε₀

12.566370614 × 10⁻⁷ H·m⁻¹ / μ₀

12.566370614 × 10⁻⁷ H·m⁻¹ / μ₀

(9.284832 ± 0.000001) × 10¹⁷ T⁻¹

(9.284832 ± 0.000001) × 10¹⁷ T⁻¹

3.4 × 10¹⁷ T⁻¹ / μ_p (1.4106171 ± 0.0000055) × 10¹⁷

3.4 × 10¹⁷ T⁻¹ / μ_p (1.4106171 ± 0.0000055) × 10¹⁷

(1.41 × 10⁻²³ J·T⁻¹) / (Bohr)

(1.41 × 10⁻²³ J·T⁻¹) / (Bohr)

(6.62606896 × 10⁻³⁴ J·s) / h

(6.62606896 × 10⁻³⁴ J·s) / h

6.63 × 10⁻³⁴ J·s

6.63 × 10⁻³⁴ J·s

3 / (Rydberg) R 1.097373177(83) × 10¹⁰

3 / (Rydberg) R 1.097373177(83) × 10¹⁰

m⁻¹ / (Compton) 2.4263089(40) × 10⁻¹²

m⁻¹ / (Compton) 2.4263089(40) × 10⁻¹²

m / (1.3214099(22) × 10⁻³ m) / μ_p / m_e 1836.1515

m / (1.3214099(22) × 10⁻³ m) / μ_p / m_e 1836.1515

非外借

物理学的进化

The Evolution of Physics

[美] 阿尔伯特·爱因斯坦 [波兰] 利奥波德·英费尔德——著

周肇威——译

Albert Einstein | Leopold Infeld

图书在版编目(CIP)数据

物理学的进化 / (美) 阿尔伯特·爱因斯坦, (波) 利奥波德·英费尔德著; 周肇威译. -- 北京: 中信出版社, 2019.3

书名原文: The Evolution of Physics

ISBN 978-7-5217-0141-8

I. ①物… II. ①阿… ②利… ③周… III. ①物理学史—世界—普及读物 IV. ①04-091

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第036107号

物理学的进化

著者: [美] 阿尔伯特·爱因斯坦 [波兰] 利奥波德·英费尔德

译者: 周肇威

出版发行: 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编 100029)

承印者: 北京通州皇家印刷厂

开本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 9.5 字数: 210千字

版次: 2019年3月第1版 印次: 2019年3月第1次印刷

广告经营许可证: 京朝工商广字第8087号

书号: ISBN 978-7-5217-0141-8

定价: 48.00元

版权所有·侵权必究

如有印刷、装订问题, 本公司负责调换。

服务热线: 400-600-8099

投稿邮箱: author@citicpub.com

III 见识城邦

更新知识地图 拓展认知边界

原 序

在开始阅读以前，你一定期望我们回答几个简单的问题：写这本书的目的是什么？它是为什么样的读者写的？

一开始便要明确地回答这些问题是很困难的。如果在读完本书后来回答便会容易得多，但到那时候这又将是多余的了。我们觉得，说这本书没有什么企图倒简单些。我们不是在编写物理学教科书。这里没有系统地讲述基本物理论据和理论。说得更恰当一些，我们的目的在于用粗线条描绘出人类如何寻找观念世界和现象世界的联系。我们试图说明是什么样的一种动力迫使科学建立起符合客观实在的观念。但是，我们的叙述必须简单。我们应当选择那些我们认为是最有特色和最有意义的重要路径来穿过论据和概念的迷宫。那些不在我们选择的道路上的论据和理论，我们都把它们略去了。本书的总的任务是叙述物理学的进化，因此我们不得不对论据和观念做一定的选择。

一个问题的重要性不应该根据它所占的篇幅来判断。有几种主要的思想方法没有得到反映，这并不是因为它们不重要，而是因为它们不在我们所选择的路径上。

在写这本书的时候，关于我们所想象的读者的特征，我们曾做过很长时间的讨论，并且处处都在替他着想。我们想象他完全缺乏物理学和数学的实际知识，但是却具有很强的理解能力，足以弥补这些缺憾。我们认为他对物理学和哲学的观念很感兴趣，同时他对努力钻研书中比较乏味和困难的部分很有耐性。他认识到，要理解任何一页，必须细读前面的每一页。他也知道，即使是一本通俗的科学书，也不能像读小说一样去读它。

这本书是你我之间的亲切的交谈。你也许会觉得它讨厌或有趣、枯燥或令人激动，但是，如果本书能使你多少知道一些人类有发明能力和智力，以及人们为了更完善地了解、掌握物理现象的规律所进行的无穷尽的努力，我们的目的便达到了。

阿尔伯特·爱因斯坦

利奥波德·英费尔德

目录

原序 v

1 机械观的兴起 1

奥妙的侦探故事 3

第一个线索 5

矢 量 12

运动之谜 19

还有一个线索 32

热是一种物质吗 36

升降滑道 45

转换率 49

哲学背景 53

物质动力论 57

结 语 64

2 机械观的衰落	65
两种电流体	67
磁流体	78
第一个严重的困难	82
光的速度	88
作为物质的光	91
色之谜	95
波是什么	99
光的波动说	104
光波是纵波还是横波	113
以太与机械观	116
结 语	118

3 场、相对论	119
场的图示法	121
场论的两大台柱	133
场的实在性	138
场与以太	145
力学的框架	148
以太与运动	159
时间、距离、相对论	173
相对论与力学	188
时—空连续区	194
广义相对论	204
在升降机外和升降机内	209
几何学与实验	218
广义相对论及其实验验证	230
场与实物	235
结 语	238

4 量 子 241

连续性、不连续性 243

物质和电的基本量子 245

光量子 251

光 谱 258

物质波 263

概率波 271

物理学与实在 284

结 语 287

致谢 292

1

机械观的兴起

奥妙的侦探故事

我们设想有一个完美的侦探故事。这个故事告诉我们所有重要的线索，使我们不能不提出自己对事件真相的见解。如果我们仔细研究故事的构思，不要等作者在书的结尾做出交代，我们早已得到完满的解答了。只要不是低劣的侦探故事，这个解答就不会使我们落空；不但如此，它还会在我们期待它的一刹那立刻出现。

我们是不是可以把一代又一代不断地在自然界的书里发现秘密的科学家比作读这样一本侦探小说的人呢？这个比喻是不确切的，以后得放弃它，但是它多少有些比得恰当的地方，它应当被加以扩充和修改，以便更适于识破宇宙秘密的科学企图。

这个奥妙的侦探故事，至今还没有被解答。我们甚至不能肯定它是否有一个最后的答案。但是，阅读这本书已使我们得到许多收获。它教会了我们自然界的基本语言。它使我们了解

到许多线索，而且它是科学的历次艰苦发展中精神愉快和奋发的源泉。但是我们体会到，尽管读过和研究过的卷帙已经不少了，但如果肯定有一个答案的话，那我们离最后的答案还很远。在每一个阶段，我们都想找出一个能符合已发现的线索的解释。我们所接受的各种推测性的理论虽然说明了许多情况，但是还没有引申出符合所有已知线索的一般解。往往有一个看来似乎很圆满的理论，但是进一步来读就发现它还是不适当的。新的情况出现了，它们跟旧的理论相互矛盾，或者不能用旧的理论解释它们。我们读的愈多，对这本书的理解也就愈充分；虽然我们不断地往前迈进，但是圆满的解答却似乎在不断地向后退。

从柯南道尔^[1]写出动人的故事以来，几乎所有的侦探小说都是这样开始的：侦探首先搜集他所需要的，至少是他的问题的某一方面所需要的一切事件。这些事件往往是很奇怪的、不连贯的，并且是毫不相关的。可是这个大侦探知道这时不需要再继续侦查了，只要用纯粹的思维把所有搜集起来的事件连贯起来。于是他拉拉小提琴，或者躺在安乐椅上抽抽烟。突然间，他灵机一动，就找到了事件之间的关系。他现在不仅能解释现有的线索，而且知道还有其他许多事件一定也已经发生。因为现在他已十分准确地知道在哪里可以找到它，如果他愿意的话，

[1] 柯南道尔 (Conan Doyle)，福尔摩斯侦探小说的作者。——译者注

他可以出去收集他的理论的进一步证明。

我们再来一句老生常谈：科学家读自然之书必须由他自己来寻找答案，他不能像某些无耐性的读者在读侦探小说时常做的那样，翻到书末先去看最后的结局。在这里，他既是读者，又是侦探，他得找寻和解释（哪怕是部分地）各个事件之间的联系。即使是为了部分地解决这个问题，科学家也必须搜集漫无秩序地出现的事件，并且用创造性的想象力去理解和连贯它们。

在下面的叙述中，我们的目的是用粗线条的轮廓说明物理学家的的工作必须像侦探那样用纯粹的思维来进行。我们主要是叙述思维和观念在探求客观世界的知识中所起的作用。

第一个线索

人类自有思想以来，便想读这本奥妙的侦探故事。但是直到三百多年以前，科学家才开始懂得这个故事的语言。从那个时代，即伽利略和牛顿的时代起，这本书就读得快多了。侦查技术、有系统地寻求线索和了解线索的方法都发展了。某些自然之谜已经被解开了，但是进一步研究之后，人们发现，其中有许多只是暂时的和表面上的解答。

有一个基本问题，几千年来都因太复杂而含糊不清，那就是运动的问题。我们在自然界中所见到的各种运动，例如抛到

空中的石子的运动，在海上航行的轮船的运动，在街上行驶的车子的运动，事实上都是很复杂的。为了了解这些现象，最好从最简单的例子着手，然后逐渐研究更复杂的例子。设想有一个静止的物体，没有任何运动。要改变这样一个物体的位置，必须使它受力，例如推它、提它，或由其他的物体，例如马、蒸汽机作用于它。我们的直觉认为运动是与推、提、拉等动作相连的。多次的经验使我们进一步深信，要使一个物体运动得更快，必须用更大的力推它。结论好像是很自然的：对一个物体的作用愈强，它的速度就愈大。一辆四匹马拉的车比一辆两匹马拉的车运动得快一些。因此，直觉告诉我们，速率主要是跟作用有关。

凡是读过侦探小说的人都知道，一个错误的线索，往往把情节弄糊涂了，以致迟迟得不到解决。凭直觉的推理方法是不可靠的，它导致了对运动的虚假观念，这个观念竟然保持了很多个世纪。亚里士多德在整个欧洲享有至高无上的威望，这可能是人们长期相信这个直觉观念的主要原因。在两千年来公认为是他所写的《力学》(*Mechanics*)中，我们读到：

推一个物体的力不再去推它时，原来运动的物体便归于静止。