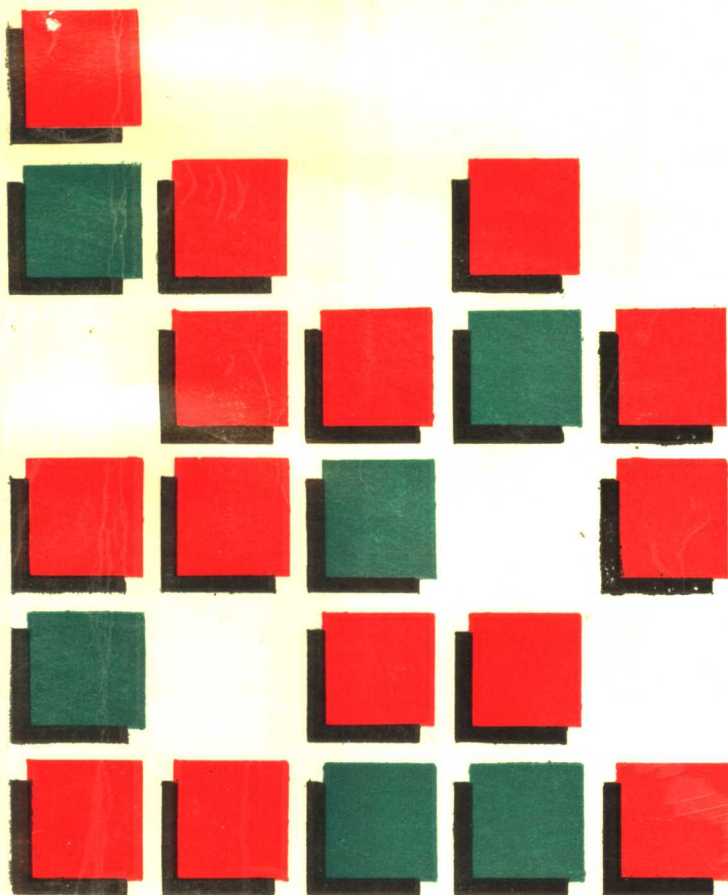


相对论入门

巴涅特著 仲子译





相对论入门

巴涅特著

仲子译

生活·读书·新知三联书店

封面设计：庄 凌

THE UNIVERSE AND

DR. EINSTEIN

Copyright © 1948 by Lincoln Barnett.

Translated and Published by permission of
Curtis Brown, Ltd.

相 对 论 入 门

XIANDUILUN RUMEN

〔美〕巴涅特著

仲子 译

生活·读书·新知三联书店出版发行

北京朝阳门内大街 166 号

新 华 书 店 经 销

北京双桥印刷厂印刷

787×960毫米32开本 4.25印张 62,000字

1989年4月第1版 1989年4月北京第1次印刷

印数0,001—8,000

定价：（平）2.25 （精）12.25元

ISBN7-108-00204-3/O·1

爱因斯坦序

凡是试过以通俗体裁来写相当抽象科学问题的人，都知道此中艰苦。作者不是设法避开问题的核心，只把表面的光景或模糊的譬喻告诉读者，让读者产生自以为懂的错觉；便是把问题说得极其专门，使未曾受过科学训练的读者读来莫知所云，望而却步。

要是从目前的通俗科学读物中去掉了上面所提的两类，所余也就无几了。但是所余的那一点，倒真值得珍视。让一般人有机会明白并且认识科学研究的成就，是非常重要的。仅仅让少数科学圈内的专家来讨论和应用这些成就是不够的。把知识限在一小群人当中，不但削弱一个民族的科学研究精神，而且会引至心智上的贫困。

巴涅特的这本书对通俗科学读物是个有价值的贡献，它把相对论的主要观念介绍得极有分寸，并且对物理学的现况有扼要的叙述。尽管科学上

有那么多成就，我们对解释宇宙的一些基本理论，
仍不知如何取舍。这种困难是我们对真实的认识
日深和大家竟求一个统一的理论来综合一切经验
所造成，作者对这一过程也有所阐明。

爱因斯坦序于新泽西州

普林斯顿城

一九四八年九月十日

刻在纽约河滨教堂四壁上六百位历代伟人的雕像，不朽地屹立在石壁上。这些圣者、哲人与帝王，张着永远不灭的眼睛，注视着空间和时间。其中有一壁专门安置着自古迄今的科学天才，一共十四位，由死于公元前三七〇年前后的希腊名医协浦克·拉提斯到一九五五年才逝世的爱因斯坦。在这些已故著名人物中，只有爱因斯坦一个人的震撼世界的功绩，今天活着的人大都仍能记忆。

另一件事同样值得一提：每星期到曼哈顿区这所美轮美奂的新教堂来做礼拜的几千人中，十有八九不懂为什么爱因斯坦的像也刻在堂中。原来当年设计教堂壁像时，主持人浮士迪克博士曾写信给一群美国知名科学家，请他们列举十四位科学史上最伟大的人物。各人所举不同，大多数列举了阿基米得、欧几里得、伽利略和牛顿，但

是张张表上都有爱因斯坦的名字。

爱因斯坦于一九〇五年发表《狭义相对论》，但一般人要到五十多年后的今天，才开始明了他所以能在科学界享盛誉的原因。这一段时间上的大距离，正好说明美国教育上有待填补的空白。现在经常看报纸的人，大都只模模糊糊知道爱因斯坦对原子弹的发明有过贡献，除此之外，他的名字所代表的，只是高深莫测。他的种种理论虽已构成现代科学主体的一部分，但是其中有许多还没有列入现代的教育课程，难怪许多大学毕业生还把爱因斯坦当成数学上的玄学家一类人物，不知道他所发现的宇宙定律，已在人类探求物质世界真象的缓慢奋斗中，占有非常重要的地位。他们可能还不知道相对论的影响远远超过科学范围，本身已形成一个主要的哲学体系，把洛克、贝克莱和休谟等伟大的认识论者的思想发扬光大。无怪他们对身处其中的庞大、奥秘与安排得非常神秘的宇宙，会要不甚了了。

* * *

爱因斯坦博士久任普林斯顿大学高等学术研究所的名誉教授，晚年致力研究一个困惑了他将近三十年的问题。这就是他的“统一场论”，希

望用一连串互相契合的方程式，来说明规范“引力”和“电磁”这两大宇宙基本力量的物理定律。我们所见的内在世界的现象，十有八九好像都是这两种基本力量形成的。明白了这一点才能够体会这件工作的价值。电和磁固然在古希腊时已经知道，而且还有人研究，但是直到一百年前，大家还把电与磁当成互不相关的两种东西。到十九世纪时，乌尔斯特和法拉第从实验中证明在电流的周围总有磁场，磁力在某些情况下也能够感应出电流来。从这些实验中，科学家发现了电磁场，诸如光波、无线电波以及一切其他的电磁波动，都是靠着电磁场在空间传播。

因此电和磁可以视为一种力的两般形态。除掉引力以及新近才发现而简直不能了解的介子力（似乎是结合原子核中各部分的力）之外，差不多所有物质宇宙中其他的力（诸如摩擦力，原子结合为分子的化学力，物质的较大微粒接合起来的粘着力，物体维持其原形的弹力）都是由电磁来的，都是物质间的相互作用。因为物质全由原子组成，原子又由带电的微粒构成。可是引力现象和电磁现象非常相似。行星在太阳的引力场中转动，电子在原子核的电磁场中飞旋。而且地球就是一个大

磁体——凡是用过罗盘的人都知道这个显著的事实。太阳也是一个磁场，星体也都有

虽曾有人作过多次的尝试，想证明引力就是电磁的作用，但都失败了。一九二九年，爱因斯坦自以为成功了，发表了一篇《统一场论》，后来觉得不妥当把它放弃了。他在一九四九年底完成的新理论，比旧的范围要大得多；因为这个新的理论宣布了一套宇宙律，不仅包括星球之间的太空中无限的引力场和电磁场，还包括原子内部可惊的小力场。《统一场论》所希望达到的整个伟大目标能不能实现，有待积年累月的数理和实验工作来断定；但是《统一场论》所解释的广大宇宙景象一旦完全显露出来，大宇宙和小宇宙当中的悬隔，必定可以打通，整个宇宙复杂结合体会成为一个纯一的构造物：质和能不分，各种形式的运动，大自天河外系的慢转，小到电子的狂飞，都不过是这个基本力场在结构和集中程度方面的变化罢了。

因为科学的目的是在描述和说明我们所生活的世界，像统一场论这样的理论，能够在一个调和的理论范围内把自然的许多方面解释明白，才算达到科学的最高目标。可是“说明”一词的意义，随着人类搜求事实的进展而日见狭窄。科学到现

在还不能真正“说明”电、磁和引力；电、磁和引力的作用可以量算，也可以预先测定。但是说到根本性质，现代科学家所知道的，并不多过古希腊迈里特斯市的泰理斯（公元前五八五年前后时人，为首先思索摩擦琥珀生电现象的人）。现代物理学家大半不相信人类能有发现这些神秘力量“真正”是什么的一天。哲学家罗素说：“电不像圣保罗大教堂，它不是一件东西，而是东西行动的一种状态。我们把东西感电时如何行动以及东西在什么情形之下感电说清楚后，我们所能说的也就说完了。”不久以前，科学家还嘲笑这种说法。亚里斯多德的自然科学理论支配西方思想凡一千多年，他认为人类可以从自明的原理推理；总有一天可以认识基本的真实。试举一个自明的原理为例：宇宙间一切事物都有它应存的位置。因此可以推知物体落到地上是因为它是它的归宿；烟上升空中是因为空中是烟的去处。亚里斯多德科学理论的目的是说明事物“为什么”发生。伽利略开始想法子说明事物“如何”发生以后，现代科学才萌芽，才有了在控制的情况下来实验的方法，成为今天科学研究的基础。

伽利略的发现，以及三十年后牛顿的发现，

发展而成一个由各种的力、压力、张力、振动和波动形成的机械式宇宙。自然的程序似乎没有一样不能用平常的经验来描述，用具体的范例来表明，或是用牛顿的非常准确的种种机械定律来测定的。但是当世界将近进入二十世纪的时候，这些定律已经露出了破绽；破绽虽然不大，可是性质却极基本，牛顿认宇宙如机械的整个理论体系开始崩溃。约在二十年前，大家已开始怀疑科学是不是的确能说明事物如何发生。到了目前，科学家到底接触到了“真实”没有——或是有没有希望——都成了问题。

2

从内在看不见的原子世界到外在诸天河系之间深不可测的太空，在人类的认识范围内，出现了若干因素，引起了物理学家对畅行无阻的机械宇宙观的怀疑。

一九〇〇年至一九二七年间产生了两大理论体系，从量的方面来说明大、小宇宙间的现象。一个是“量子论”，讲质与能的基本单位；另一个是“相对论”，讲空间、时间和整个宇宙结构。

这两种理论同是现在公认的现代科学思想的两大柱石。两者都依据一致的、数理的关系，在本身的范围内来描述自然现象。正如牛顿的定律所解答的不是亚里斯多德派科学家所要解答的“为什么”那样，这两种新理论所解答的也不是牛顿派科学家所要解答的“如何”。它们只供给种种的方程式，例如：能极精确地说明光的辐射和传达定律的各种方程式。但是原子用什么样的实际机

构放射光？光又借着什么在空间传播？还是自然界一个最大的秘密。同样，科学家根据放射现象定律能够预知定量的铀中有若干数目的原子在若干时间内崩解。但是究竟哪一些原子要崩解以及怎样选定这些要崩解的原子，还是人类所未能解答的问题。

物理学家接受用数理对自然界作的解释，就不得不放弃我们凭经验认识的平常世界，也就是凭感觉来理解的世界。要了解物理学家为什么不能不放弃，就必须越过物理学与形而上学间的精微界限。观察者与被观察的实体之间的关系，主观与客观之间的关系，自有理性以来，即成为困扰哲学家的问题。二千三百年前，希腊哲学家德谟克利特说：“不但一切颜色，连甘与苦，冷与暖，这些东西只存于观念中，事实上并不存在；真正存在着的是不变的微粒、原子，以及它们在空间的运动。”伽利略也知道像色、味、香和音等感觉的纯主观性质，他指出：“这些都不能算作外在事物，犹之有时触及外在事物而发生的痒或痛不能算是外在事物一样。”

英国哲学家洛克为了深入探讨“物质的实质”，把物质分为第一性和第二性。他认为形状、

运动、坚度，以及所有可用几何测度的性质都是实在的或第一性，是事物本身固有的；至于第二性，如音、味等，只是投射到感官上的影象罢了。在后来的思想家看来，这样的区别显然是很勉强的。

伟大的德国数学家莱布尼茨说：“我能够证明不仅光、色、热等等，还有运动、形状和伸张，都只是表面的性质。”譬如说：我们的视觉告诉我们高尔夫球是白的，视觉在触觉的帮助下告诉我们这球是圆的、滑的、小的。圆、滑、小这些性质，离开我们的感觉时，就像我们习惯上称之为白的性质同样的不实在。

这样一来，哲学家和科学家逐渐获得了一个惊人的结论：因为每样客观物体只是它的各种性质的总和，又因为这些性质只存于人的意念中，所以质与能，原子与星球合成的整个客观宇宙，除了把它当成一个意识的结构，当成用人类的感觉形成的习用符号来表示的大结构以外，并不存在。像唯物论的主要敌人贝克莱所说的：“所有天上的歌唱队乃主人间的家具杂物，总而言之，所有构成世界这个大构造物的那些物体，要是没有心的觉察，根本就没有实质……只要它们实际上没有被我发现，或是它们并不存在于我的或任何其他生

灵的心中，那么它们不是根本不存在，就是存在于永生神灵的心中。”爱因斯坦把这一连串的逻辑条理推演到了极点，他说明连时间和空间也只是直觉的两种形式，和我们对颜色、形状和大小的概念一样，同是不能离开意识而存在。空间，除了借我们所发觉的客观事物的秩序或排列来认识它之外，并无客观的实在；时间，除了我们借事情发生的先后次序来量度它之外，没有独立的存在。

*

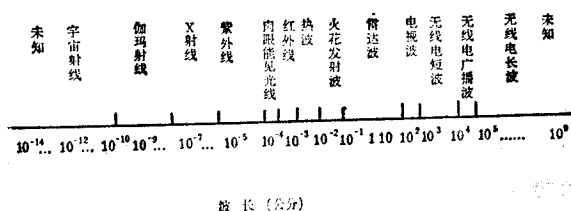
*

*

这些哲学上的玄妙理论深深地影响着现代科学。哲学家把一切客观实在化为借感觉而存在的影子世界之后，科学家开始发现人类感官能力极其有限。将三棱镜放在阳光里，可以看到折射出的七彩太阳光谱，肉眼所能见到的光幅也尽在此了。因为肉眼只能感受由红到紫之间很狭窄一段辐射带。光波波长差个几十万分之一公分，便形成能见与不能见的大分别。红光波长是 0.00007 公分，紫光波长是 0.00004 公分。

但是太阳还放射其他幅射线。例如红外线的波长在 0.00008 到 0.032 公分之间，太长了一点，虽然皮肤能感觉出它的热力，却不能刺激眼睛的视网膜发生光的感觉。同样，紫外线的波

长在 0.000003 到 0.000001 公分之间，太短了一点，肉眼不能见，但能使照相底片感光。波长比紫外线还短的X射线的“光”，也能照成相片。此外还有频率比这更低和更高的电磁波，如镭的伽玛射线，无线电波，宇宙射线等，可以用种种方法探测出来。它们和光不同的地方只在波长不同。所以很明显的，世界上的“光”，多半是肉眼看不见的。人类见到的四周的实体，因为视觉器官能力所限，都走了样，不够分量了。譬如说肉眼要是能见X射线，那么人类所见的世界将大为不同。



从电磁光谱可以看出肉眼能见的光幅如何狭窄。从物理学的观点来说，无线电波，肉眼能见的光，以及像X射线、伽玛射线等高频辐射射线之间的唯一差别，在于波长。但在这个由波长一万亿分之一公分的宇宙线到波长无限长的

电波之间这么大的电磁射幅中，肉眼所能见的只有上表用白色标示的那么窄的一段。上表中的波长用十进制标示，即 10^8 公分等于一千公分； 10^{-3} 公分等于千分之一公分。余类推。

我们所得的关于宇宙的全部知识，说来只是凭我们的性能不完全的感官所得的模糊印象的残影，我们追求真理的工作看来似乎没有什么希望。要是说东西都要凭感觉才存在，那么这个世界势必瓦解成一个各人凭自己的感觉去理解的无政府世界。但是在我们的感觉中流漾着一种奇妙的条理，好像我们感官所知觉的客观真实，的确有存在的可能。虽然没有谁敢说他所感觉的红色或中间 C 调是不是和别人感觉的一样，但是我们仍可假定人工所见的颜色，所闻的声音，大致是相同的。贝克莱、笛卡儿和斯宾诺莎把自然这种运行的和谐归功于上帝。现代物理学家不愿依靠上帝，要自己来解答自己的问题（这点似乎已日见困难），他们强调自然依循数理原则作神妙的运行。这种正统的数理宇宙观，使爱因斯坦等理论家能够只凭方程式的计算来预见并发现自然规律。今天物理学的矛盾，在所用数理器械越精进，