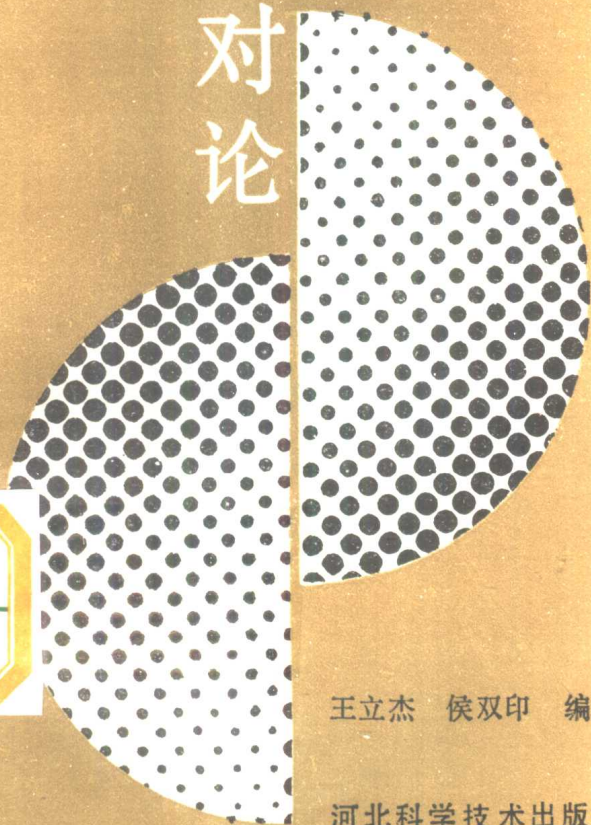


什么是相对论



412.1
004

王立杰 侯双印 编译

河北科学技术出版社

什么是相对论

王立杰 侯双印 编译

河北科学技术出版社

王立杰 侯双印 编译

河北科学技术出版社出版（石家庄市北马路45号）

河北省文联印刷厂印刷 河北省新华书店发行

787×960毫米 1/32 2.5印张 39000字 1990年1月第1版

1990年1月第1次印刷 印数：1—10700 定价：1.15元

ISBN 7 - 5375- 0322-2/C·2

……力学是缓慢的实在运动的模写，而新物理学是巨大速度的实在运动的模写……。

正如关于物质结构和运动形式的科学知识的可变性并没有推翻外部世界的客观现实性一样，人类的时空观念的可变性也没有推翻空间和时间的客观现实性。

——列宁

爱因斯坦于1905年提出相对论，迄今已有80多年了。现在，他的理论已是物理学的柱石之一。正象没有分子和原子的概念就没有现代物理学一样，没有狭义相对论也就没有现代物理学。没有相对论，物理学对许多物理现象始终不能做出圆满的解释。当前，相对论已经成为原子核物理学、高能物理学、天体物理学和宇宙学等现代科学技术领域的理论基础。

然而遗憾的是，在我国广大读者中了解相对论的还是少数人。确实，相对论是一个“很辣手的”理论，不熟悉物理学的人会觉得领会它的实质是很困难的。

苏联理论物理学家Л·朗道院士和ИО·茹莱合作出版过一本《什么是相

· 前 言 ·

对论》的普及读物，我们以此为蓝本，保留原书名并结合教学实践，编译成书。本书用尽可能清晰而简单的方法把相对论介绍给一般读者，而且读者将不会认为相对论是主张“世界上一切事情都是相对的”；相反，读者会确实认识到相对论如同其他物理理论一样，是不以人们的意志为转移的客观真理。我们放弃了时间和空间的古典概念，建立起相对论的新的时空观念。这样，为获得对物质世界本质的认识，具有深远的意义。

我们认为，我国广大读者能看到这本书是有益的，并相信读者看完这本书以后，将会更好地掌握现代科学技术知识，以适应祖国社会主义现代化建设的需要。

为了便于我国读者阅读，我们对原书的文字和插图做了适当的调整，如有不妥之处，恳请读者批评指正。

编译者

1989年4月

•
前言
•

I、我们习惯于相对性

- [1] . 每句话都有意义吗?
- [2] . 是左边还是右边?
- [3] . 现在是白天还是黑夜?
- [3] . 哪个比较大一些?
- [5] . 相对的表现为绝对的
- [6] . 绝对的转变成相对的
- [7] . 对“常识”的说明

II、空间是相对的

- [9] . 是不是同一个地点?
- [11] . 物体究竟做什么运动?
- [12] . 从各方面观察都相同吗?
- [13] . 建立静止状态
- [14] . 惯性参照系
- [14] . 火车在运动吗?
- [17] . 不存在绝对静止状态
- [18] . 惯性定律
- [19] . 速度也是相对的

III、发生在光学领域中的悲剧

- [21] . 光的传播不是瞬间的
- [22] . 光的速度可以变化吗?
- [23] . 光和声
- [23] . 力学相对性原理似乎发生
动摇了
- [26] . 以太世界

-
- [28] . 困难的处境
[28] . 要用实验来判断
[30] . 相对性原理胜利了
[31] . 逃脱小难又遭大灾

IV、时间是相对的

- [33] . 矛盾真的存在吗?
[34] . 到火车上去
[36] . “常识”要丢丑了
[38] . 时间和空间具有共同的命运

- [41] . 科学研究的成就
[42] . 极限速度
[44] . 较早和较晚

V、反复变化的时钟和尺子

- [47] . 我们再到火车上去
[50] . 时钟佯谬
[52] . 时间机器
[54] . 星际航行
[57] . 长度缩短
[60] . 速度的变换

VI、质量

- [64] . 质量
[65] . 质量要增加
[67] . 1克光的价值是多少?

VII、总结

每句话都有意义吗？

我们每天使用语言交流思想、开展社会活动，可是我们平常所说的每句话是否都有意义呢？如果我们把一些单词和词组组合在一起，即使严格地遵循语法规则进行组合，其结果也可能是完全没有意义的。例如我们说：“水是三角形的”。十分明显，这句话是没有任何意义的。

然而，不是所有没有意义的话都这样的明显。有些人平时经常说的话，乍听起来似乎是合理的，但经过周密地探索之后，却变得完全没有意义了。

是左边还是右边？

我们这里有一幅图画（图1），在图中有一所房子。有人问，这所房子是在街道的左边还是右边呢？如果你事先毫无准备，或许你不能立刻准确地回答这个问题。

如果你沿桥向着森林走去，它将在你的左边，而当你从相反的方向走过来时，它就在你的右边了。由此看来，你必须首先明确一个标准方向，然后才可以确切地说出一条街道的左边或者右边。

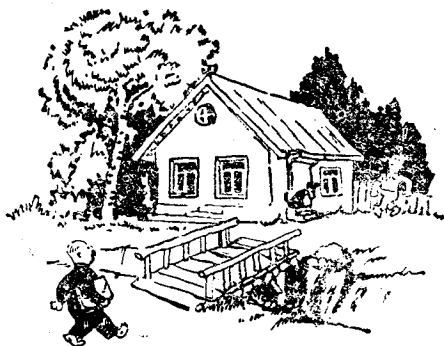


图1 这所房子在街道的左边还是右边？

人们说一条河流的左岸或者右岸是十分确切的，因为一般认为它的水流已经决定了标准方向。同样的道理，我们也可以说车辆或者行人要

~~~~~  
靠公路右边走，这是由于我们以前进的方向为标准方向。

所以，我们平常所说的“左边”和“右边”的概念就是相对的。我们只有明确了一个标准方向之后，再说右边或者左边才有确切的意义。

### 现在是白天还是黑夜？

现在是白天还是黑夜呢？这个问题的答案决定于说话人所指的地点。当我国北京是白天的时候，美国的纽约却是黑夜。这里并不存在似是而非的说法，更坦率地说，“白天”和“黑夜”也是相对的概念。如果你没有指明哪一个地点，就不能回答这个问题。

### 哪个比较大一些？

在你将看到的插图中，图2牧牛人明显地比牛大一些，而在图3中，牧牛人又比牛小一些。这里并不存在哪一幅图画不符合实际的问题，因为这两幅画是从不同地点画出来的。其中一幅画是绘画的人比较靠近牛，而另一幅画是绘画的人比较靠近牧牛人。两幅画中所显示的情景不是牧牛人和牛的实际大小，而是绘画的人观看牧牛人和牛时所具有的视角特征。显然，观看物体的视角是相对的。除非指明物体在空间的准确位置，去谈论观看某物体时的视角大小是没有意义的。

我们再举一个例子，比方说某处有一座塔，你说：“我们观看塔顶的视角是45度。”这句话就是没有意义的。但你若说：“这座塔距离我有15米远，观看塔顶的视角是45度”。这句话就很合理了，因为根据这句话，我们可以知道塔与视平线



图2 人比牛大？



图3 牛比人大？

交点和塔顶跟观察者眼睛这三点联线组成一个等腰三角形，从而可以断定塔高是15米再加上观察者眼睛以下的身高。

### 相对的表现为绝对的

如果我们稍微改变一下观察的目标，视角也会随之作微小的变化，这就是天文学上为什么经常做角测量的原因。天文学里的星图就是天文工作者根据他们在地球上观测各个星体之间所形成的不同视角绘制而成的。

不管我们在地球表面上怎样改变观测地点，我们观测到的各个星体彼此之间所对应的视角总是完全一样的。这是由于这些星体距离我们极其遥远的缘故。我们在地面上从一个地点移到另一个地点的距离跟星体距我们的距离相比是非常微小的，完全可以忽略而不再考虑它。因此，在这种情况下，星与星之间的相对位置，对于我们这些生活在地球上的人来说就可以看作是绝对的了。

假如我们考察地球绕太阳的旋转，角量的变化虽然不十分重要，但已变得很显著了。如果我们改变观测目标而对准象天狼星那样的一些恒星，情景将发生根本的变化。

## 绝对的转变成相对的

我们平常说的“上”和“下”的概念是绝对的还是相对的呢？

对于这个问题，不同时代的人会做出不同的回答。当人们不知道地球是一个球体，而把大地想象成为一巨大平板的时候，把竖直方向看成是绝对的概念，他们认为竖直方向只有一个，并且大地表面上所有地方的竖直方向都相同。绝对的“上”和绝对的“下”的说法在当时就是很自然的了。

当发现大地不是一个巨大平板而是一个球体之后，绝对的“竖直方向”的概念便不存在了。

的确，因为大地是一个球体，竖直方向又始终与地球表面垂直，所以从本质上说，竖直方向应该决定于它所通过地球表面上某一点的位置。在地球上不同的地方，竖直方向是不相同的。因此，除非详细说明地球表面上某一确定的点，“上”和“下”的概念就没有绝对的意义了。如此说来，人们过去认为是绝对的概念，现在却转变成相对的概念了。

实际上，宇宙间不存在唯一的竖直方向。因为在空间的任何一个方向，我们总可以在地球表面上找出这样一个点，把这个方向作为该点的竖直方向。

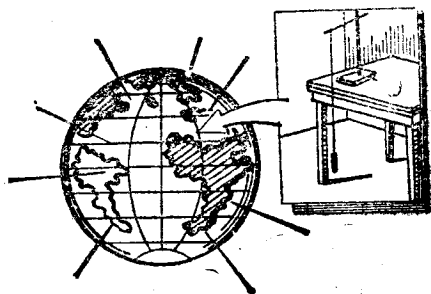


图4 “竖直方向”是绝对的还是相对的？

### 对“常识”的说明

今天，我们对于上述的一切已是十分清楚的了，至少我们不再怀疑这些事实。但是，我们从历史上知道，人类认识到“上”和“下”的相对性是不容易的。对于日常生活中一些相对性不明显的概念，如今人们仍然倾向于看成为绝对的概念，如“上”和“下”，“白天”和“黑夜”等。

从历史上知道，在中世纪<sup>①</sup>的人们由于不承认大地是一个球体，就流传着这样一个不合理的说法，“人怎么能倒置着行走呢？”实际上大地是一个球体，我们知道了竖直方向具有相对性，那么上述说法显然是错误的了。

如果不承认竖直方向的相对性，法国的巴黎

人把法国巴黎的竖直方向作为绝对的，那么，他们将认为位于新西兰惠灵顿的人将是头朝下，而脚朝上走路。反过来，如把惠灵顿的竖直方向看成绝对的，那里的人也将认为巴黎的人是同样的倒置着行走。这是怎么回事呢？这里本来不存在矛盾，只是把具有相对性的“竖直方向”看成为一个绝对性概念的缘故。

只有当我们考虑地球表面上相距足够远的两个地方，比如北京和阿根廷的布宜诺斯艾利斯，我们才会感觉到竖直方向相对性的真实意义。另一方面，如果在地球表面上选取非常靠近的两个地点，比如我们考虑北京城内两个房间的竖直方向时，能够证明它们的竖直方向是平行的。也就是说，在这种特殊的情况下，我们才可以把竖直方向看成为绝对的概念。当我们研究的问题所涉及到的面积范围能跟地球的面积相比拟的时候，还再继续应用绝对竖直方向的概念，就会引出互相矛盾的结论。

从上面我们所讨论的这些实际例子中，说明了我们日常生活中经常使用的许多“常识”性的概念都具有相对的含义。只有在特殊的条件下，我们把它们看成为绝对的，才具有实际意义。

---

① 在欧洲一般指从5世纪到17世纪的历史时期。

## 是不是同一个地点？

我们经常说，某某两个事件发生在同一个地点，而且这种说法在很大程度上具有绝对的意思。其实，这是没有意义的。正象我们说“现在是5点钟”而没有指明在什么地方一样没有意义。例如，北京和伦敦不可能同时都是地方时5点钟。

为了更深刻地理解这一点，我们举这样一个例子：设想有两个妇女由北京出发去乌鲁木齐旅游，她们在北京至乌鲁木齐的火车上约定每天在同一个车箱里相见，并各自给自己的丈夫写信，把写好的信即刻在所到达的车站