

中学生课外科普读物
普通人也能看得懂的高深科技

时空观简易读本

——适合初学者的时空小知识

周于斯 著

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

中学生课外科普读物

普通人也能看得懂的高深科技

时空观简易读本

——适合初学者的时空小知识

周于斯 著

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

时空观简易读本:适合初学者的时空小知识 / 周于斯著. — 天津:天津科学技术出版社, 2019.10

ISBN 978-7-5576-7178-5

I. ①时… II. ①周… III. ①宇宙-青少年读物
IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 252516 号

时空观简易读本:适合初学者的时空小知识

SHIKONGGUAN JIANYI DUBEN: SHIHE CHUXUEZHE DE
SHIKONG XIAOZHISHI

责任编辑:石 崑

责任印制:兰 毅

出 版: 天津出版传媒集团
天津科学技术出版社

地 址:天津市西康路 35 号

邮 编:300051

电 话:(022) 23332369

网 址:www.tjkjcs.com.cn

发 行:新华书店经销

印 刷:长春市昌信电脑图文制作有限公司

开本 880×1230 1/32 印张 5 字数 105 000

2019 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定价:30.00 元

要真学，请读纸版书

在家闲着，买来一份报纸，儿子看见后说：“什么年代了，谁还看报纸？”我一时语塞，然后淡淡地说：“我看报纸习惯了，我喜欢看纸质版的书。手机上的东西，虽然什么都有，但我看着眼花，找起来也不方便。”随即我便思考：为什么两代人会有这么大的差别呢？关键是现在的科技发展太快了，使我们老年人应接不暇，跟不上时代潮流，对手机和网络上的新功能不能立刻掌握。我们这一代人，一开始就是读着纸质版的书长大的，读了一辈子，到老时，脑子不好使了，要求我们一下子接受这么高新的科技，当然有困难了，于是总抱着“老古董”不肯放。这就是我经常买报纸和纸质书籍的原因，也就是报刊亭边只有老年人的原因。

对于儿子的观点，我也想到一些理由来回答他：“你们看手机、上网，这是好事，网上知识量大，什么内容都有，需要什么一查就出来了，又快、又好、又省事。但是，网络也有一些缺陷，网络上有些东西不准确，容易对人们产生误导。特别是对于一些需记忆的重要的内容，一闪而过，不但我们老人反应不过来，就是青年人也印象不深刻，更谈不上记忆了”。

我还告诉他：“读书有两种，一种是快读，一种是慢读。快读又叫‘浏览’或‘过目’，可以一目数行，也可以走马看花。如果拿到一本新书，可以先看一下书名，然后看一下目录，再决定要不要买，如果要买，再一目数行，是本好书，买回家来，再细细品味，这叫‘慢读’或‘细读’，又叫‘精读’。而精读是人生过程中必不可少的过程。”

要精读，只能是读纸质版本的书，主要有以下三点好处：一是可以反复读，反复记，尤其是对于学生，一些重要的定义、公式、定理和定律，一定要去记忆和背诵。有人说，现在网络上什么都有，还需要去记忆什么呢？可是，我想说，学生在考试的时候总是不可以上网的。对于一些重要的内容，我们就必须去背、去记，即便不是为了考试，当我们记住了一些重要的知识和结论时，对整个人生都是有好处的。二是当我们在读纸质书时，我们可以用笔在书上做记录、画上重点线，在字里行间做记号、写心得、写体会、写评语，这样可以加深印象，帮助理解记忆。而电子版本的书就没有这么方便了。三是纸质版本书容易保存，需要用时可随时翻出来查看，并且印象深刻，知道自己所要查询的内容在哪一本书的哪一章、哪一节中，找起来也很方便，这些优点都是电子书所无法比拟的。所以，要真正想学一点东西，请读纸版书。

目录

时 空 疑 难

第一章 时空印象	001
第二章 宇宙现状	011
第一节 地球家园	011
第二节 太阳家族	018
第三节 地球上的生命奇迹	028
第四节 银河星系	040
第五节 星系和宇宙	043
第六节 宇宙的诞生和超新星爆发	049
第三章 牛顿力学中的时空观	056
第一节 空间是相对的	057
第二节 时间是绝对的	058

第四章 相对论中新的时空观	060
第一节 空间是弯曲的	061
第二节 时间是膨胀的	064
第三节 穿越时空	067
第五章 量子力学中的时空观	071
第一节 波粒二象性	071
第二节 测不准原理	076
第三节 万有理论	083
第四节 时空来源	097
第六章 热力学与时间之箭	099
第一节 热力学定律简介	099
第二节 热力学第二定律的表述方式	100
第三节 耗散结构论	102
第四节 宇宙的最后结局	104
第七章 时空难题	110
第一节 总述	110
第二节 两个模型	114
第三节 问题	116

结束语	146
附 录	147

第一章 时空印象

什么是时空？中国人早就说过：“四方上下谓之宇，古往今来谓之宙。”上下是一维的，四方是一个平面，是二维的，可用一直角坐标表示。上下四方合起来就是空间，共三维，相当一个立方体。而时间是一维的，按照爱因斯坦的观点，时间和空间是不能分开的，所以合起来称为“四维时空”。什么是时空？宇宙就是时空。什么是宇宙？时空就是宇宙。所以，研究时空就是研究宇宙。

按照人们的传统观念，时空是连续的，是没有间隔的，并且是无限的，无边无界，永无止境。间隔是人为的，是人类意识的产物，因为人类的观察和思维只习惯于一些人们习惯了的宏观物体，而对于宏观物体，特别是时和空这些无穷大的概念，观测和思维起来自然有些困难，为了方便观察和思维，所以人们把它分成一些小的间隔。例如，在一个大的房子里面加上一些隔板，使之变成了较小的空间，这就是房间；地球的表面积太大，于是人类就把它分成许多个小块，这就是地区和国家。人们还把包含地球在内的八大行星及太阳分成一个系统，统一称

为“太阳系”；把太阳系所在的星系团称为“银河系”……把空间这样分隔以后，既便于区别，也便于研究。

什么是空间？在人们的传统观念中，我们宇宙这个大空间是一开始就有的。刚开始，它是里面什么也没有的、空空如也的一个无限大的空箱子，这个箱子没有边，没有界，没有底，也没有盖，可以不断地往里面装东西。自从宇宙大爆炸以后便产生了物质，于是这种理论认为：先有时空，后有宇宙和宇宙里的物质。但爱因斯坦的《相对论》认为，时空和物质是不能分离的，时空和物质是同时产生的，没有先后之分。现行的宇宙学知识告诉我们，宇宙在膨胀，并且从过去到现在一直在膨胀，宇宙间星系的距离一直在增大，如果把宇宙的图景用摄像机拍下来，再倒过去放映，我们便可以看到宇宙的去，或看到宇宙在缩小，最后缩成一个点。由此，科学家们推断，宇宙来自一次大爆炸。宇宙由一点开始，在这一点中，物质的密度特别大，温度特别高，压力也特别大，由于某种因素的扰动，（具体是什么样的扰动，有人说是上帝踹了一脚；但也有人反对，宇宙还没有形成，上帝也就不存在，即使上帝先存在了，他要是踹的话，也没有地方站立另一只脚）。然后宇宙开始了大爆炸，瞬间向周围大量地抛洒物质和能量。在这之前，时间和空间是不存在的，时间为零，空间也是零，并且在这一点时，所有的物理规律和定律都不适用。大爆炸开始后，有了物质，伴随着也就有了空间和时间。也就是说，空间和时间是与物质同时产生的。在这之前，没有物质，也就没有时间，没有时间，也就没有宇宙产生“之前”的说法，因此也没有“消失”以后的说法；没有物质，也就没有物质运动，没有物质运动，也

就没有宇宙“以外”的说法。

相关理论还证明,宇宙间主要存在以下两种物质:一是看得见的、有形的、有质量的颗粒物质,如恒星、行星、气体云等;二是看不见的物质,如引力场、中微子、黑洞和暗物质,这里主要讲引力场。场是一种看不见、摸不着但又客观存在的一种特殊性质的物质,如电荷周围有电场、磁荷周围有磁场,这些场看不见但却能感觉出来或能测量出来;又如,磁极,它并不需接触铁钉,便可把铁钉吸引过来,这里靠的是场物质施的力;再如,树上的苹果往下掉,而不是向上飞,这是通过引力场作用的结果。宇宙间的星球等粒子物质是场物质凝结而成的,而场物质则是粒子物质的外延,场物质和粒子物质则共同形成了我们的宇宙空间,当然也包括暗物质和暗能量。这说明,在大爆炸时,既产生了物质也产生了场,而物质和物质的场就是空间。

在牛顿力学中,空间是平直的、连续的,中间没有缝隙,不能间断;但在爱因斯坦的相对论中,空间是弯曲的,而在量子力学中,时空有涨落,又称“时空泡沫”,泡沫和泡沫之间是有间隙的,虽然这个间隙很小,但总是存在的,所以时空不是连续的,而是间断的。这种间断不是前文所讲的那样,是人类有意识地划分出来的,这种时空缝隙不是人为的,是由时空本身的性质造成的。

空间的最小单位是普朗克空间,大小是 1.6×10^{-35} 厘米。这个数字说明,宇宙在诞生时,有一个暴涨的过程,在暴涨时,时间非常短,所增加的体积又非常大,空间来不及修复自身,在一遍慌乱中,空间形成了涨落,出现了量子泡沫,这泡沫和泡沫之间是有空隙的,这些泡

沫说明空间也是量子化的。一个量子空间就是空间的最小单位,也就是说,我们宇宙这个无限大的空间就是由这么些小的普朗克空间组成的。

对于“空间”的概念,人们较容易理解,因为它看得见,可借助于大脑对于光的感受,在脑中形成一定的模型。若研究一维空间,可建立直线坐标 Ox ,对于二维的平面,可用 xOy 平面直角坐标,即使是复杂的三维空间,也可以在大脑中想象出一个立方体的模型(如图 1-1、图 1-2、图 1-3 所示)。



图 1-1 直线坐标

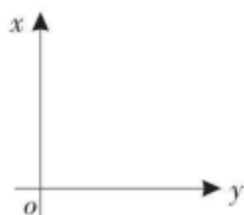


图 1-2 平面坐标

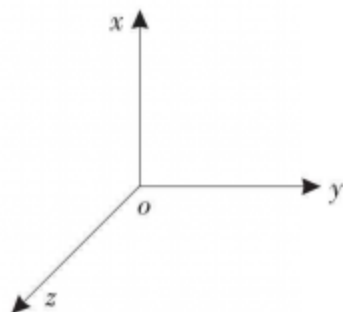


图 1-3 三维空间坐标

“时间”是一个非常难以理解的概念,它深奥难测的性质,给人们带来了非常大的神秘感,它是有史以来,人们日夜捉摸不透的对象,尽

管人们也把时分成许多个小的间。例如,地球自转一圈是一天,分成二十四个小时,一小时又分成 60 分钟,1 分钟又分为 60 秒,1 秒又分为 10 分秒、1000 毫秒、 10^6 微秒、 10^9 纳秒、 10^{12} 皮秒、 10^{15} 飞秒等。时间的最小单位是普朗克时间,为 10^{-43} 秒,即时间不可再分的最小单位。人们称月亮围绕地球转一圈为一个月,称地球围绕太阳转一圈为一年。此外,古玛雅人还把太阳系围绕银河系转一圈称为“一纪”或“一太阳纪”,共二万六千个地球年,这个数字对我们的生活影响不大,所以不常用。

人们把时分成许多个小的间,是为了计算和研究方便起见,但时间的本质到底是什么,就如前面所说的,这是人类一直捉摸不透的问题,也是至今无法说清楚的问题。哲学家圣奥古斯丁曾经说过:“时间是什么?没人问我,我很清楚;一旦问起,我便茫然。”这句话代表了比较多的一种观点,即看起来很简单,说起来又真难,或者根本就说不清楚。也还有另外一种观点,如作家查理斯·兰姆曾说:“没有任何东西比时间和空间更少使我烦恼,因为我从不想它们。”如果你是一个年轻的学生,又对这些问题感兴趣,打算以后以此为研究对象,那你就要作好研究一辈子的准备,并从小下定决心,因为这个问题太难了,没有一点奉献精神是不行的,但前程也是很诱人的。如果你是上了年纪,而精力又有限,那你就采取兰姆的态度,根本就不去管它,不去想它,也是因为难度太大,很伤脑子的。当然,如果你有兴趣,可以把它当作一种玩具,去玩一玩,以消磨时光,也是很有味道的啊!

为了便于以后叙述方便需要,以下先介绍两个简单的概念:时间

和时刻。我们平常口语所问的“现在什么时候了”中的“时候”是指时刻。或者说“什么时刻了”，回答“12点了”，是指12点这个时刻。当然也有人会问：“多少时间了？”答：“12点了。”但这个说法是不准确的，这里所问的时间是多少，其实就是指时刻。对于这两个概念，我们可用一个带方向的直线坐标来表示，如图1-4所示，用带箭头的直线表示时间轴，时刻在坐标轴上是一个点，时间是一个线段，箭头表示时间进行的方向，坐标原点0表示时间的起点，在这里，时刻在坐标上是一个点，如第2秒时、第5秒时，都用一个点表示。在数学上，这个点没有大小，不能说第五秒比第二秒大。而时间在坐标上是一条线段，所以时间又叫“时段”。例如，前2秒内、第5秒内，都是指时间或时段，在坐标上都是一段线段。线段有大小，线段长的比短的大，如前两秒内比第五秒内大。

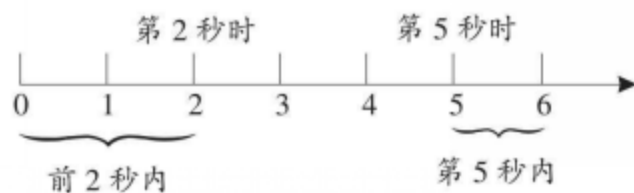


图 1-4 时间坐标

空间可以测量，时间不能测量。测量空间很简单，用一个标准的尺子，把被测量的两个物体先后进行比对一下就行了。但是，其测量时间是不同的，如这一刻做一件事用多少时间和下一刻做这件事情又用了多少时间，这是不能比对的。因为先做一件事时，时间已经过去，过去的时间已经不存在，怎么能比较呢？也可能有人会提出看表这个建议，但事实上看表是不准确的，因为看表时，指针发出的光传到我们眼睛

里也是需要时间的，我们所看到的时间数字是早一点时刻的时间数字，并不是现在这个时刻的时间，那么，早多少呢？一般在要求不高时，都可以忽略不计，但在要求非常精确的情况下，则不能忽略，只能说，不能测量。

那么，时间到底是什么呢？它的含义和本质到底是什么？目前并没有一个很好的定义，也没有一个令人信服的解释。但在历史上却有过长期的争论和不同的观点。这里主要介绍一下两种通常的观点。

第一，直线时间（又叫“时间之箭”）。在人们的传统观念中，时间是一种不以人的意志为转移的、也不以物质变化为依存的独立存在的一种客体，它没有起点，也没有终点，独自沿一条直线均匀地向前流逝，不快不慢，对每个人都是平等的，并且永不回头，就像一支射出去的箭，所以又把它称为“时间之箭”。毛泽东同志曾说：“子在川上曰：逝者如斯夫。”解释成现代语就是：“孔子站在河边上说：时间的流逝就像河水一样啊，一去不复返啊。”在这里，孔子把时间当作逝者，即死去了的东西，永不返回。这是中国古代智者对于时间的看法，包含了“时间之箭”的观点。

第二，循环时间。这种观点认为时间并不是一条直线，也不是不可回头，而是循环往复的。重复意味着回到了原点，重复也说明它不是走直线。持这种观点的人首先是从观察日月星辰得出来的，而且从远古时期就开始了。每天天亮后，太阳从东边升起，然后西边落下，夜里睡了一觉之后便又天亮了，重复着昨天的全过程，以后天天如此，长此以往，无限循环（当然现在我们知道，并非太阳东升西落，而相对来说太

阳是静止的,实际上是地球自转的结果,当地球面对太阳一面时便是白天,反之就是夜晚,月亮和星星都有相似的规律)。于是,从古时开始便有人认为,既然日月星辰是循环的,而时间又与天体运行有关,所以时间也就应该是循环的。持这种观点的人还认为,生命也是一种循环的过程,如鸡生蛋,蛋又孵出鸡,鸡长大了又生蛋,如此循环往复,永无止境,甚至他们认为人类也一样,人生一世,最后总要死,人死的时候,只是躯体死亡,而灵魂是不死的,过一段时间他又转世投胎了,我们每个人都是前世的灵魂转世过来的,所以生命也是一个不断循环的过程。

直线时间和不可逆时间观念,也有许多例子来证明。例如,一只放在桌面上的花瓶,在风的扰动下从桌上摔到地板上打碎了,从来没有谁看到一只打碎的花瓶自动恢复又从地面回到桌子上,这个过程只有去,没有回,所以时间是单向的。又如,一滴蓝墨水滴到一盆清水中,由于水分子的不断运动,原来蓝白有序的两种分子混合在一起,变成杂乱无章的状态,但人们从没有看到过这种混合的液体能够自动分开为蓝白两种水,在这过程中时间是不可逆的。再如,一个人从出生到死去,经历过生、长、壮、老、已,这一过程也绝对不可逆,从来没有一个人出生以后又能回到娘的肚子里,也从来没有一个人死亡后又复生了,在这一过程中,时间只能沿直线向前,决不回头。

那么,这两种观点到底谁对谁错呢?其实没有绝对的对和错,因为目前没有准确的结论。事实上,循环时间和线性时间在许多自然现象中或物理过程中都可以找到对应的关系,例如,“鸡生蛋,蛋生鸡”,这

是循环时间,但对于一只鸡来讲,从鸡蛋中孵出,由小鸡长成大鸡,然后老去死亡,这是不可逆的直线时间。对于一个生物体由小长大的过程,即体内细胞不断复制分裂的过程,一个细胞被复制再分裂成几个同样的细胞,这就是循环。但是,整个生命从小到大、到死亡,又是不可逆的。一只钟表也一样,摆钟的摆反复摆动,累积成为一小时或一天、一年,但发条或电池里储存的能量最终用尽了,不会自动回复到最开始的能量状态,这里同样有循环时间和直线不可逆时间。

这是一个关于“直线时间”和“循环时间”两个概念之争,还有一个关于“客观时间”和“主观时间”之争的问题。有人认为时间是一种不以人的主观意志为转移的客观存在,独立于人的思维和物质而均匀的流逝。例如,牛顿曾说过,“绝对的、真正的和数学的时间自身在流逝着,而且由于其本性而均匀地,与其他外界事物无关地流逝着”。这说明以牛顿为代表的人认为,时间是客观存在的,是真实的。也有人针对这种观点而提出另一个相反的观点,他们认为,根本没有什么客观的时间,时间完全是人类主观意识的产物,人类自从有了意识和思维以后,才产生了所谓时间的概念。例如,动物们就没有关于时间的讨论和烦恼,反正日子天天都是这样过,不去想,它就没有时间这个概念,对于它们来说,时间是不存在的、空洞的东西,时间完全是人类脑子里凭空想出来的东西,是“虚幻”的东西。虽然笔者不能评价谁对谁错,却觉得很有意思。但是,问题的难度太大,笔者的思维难以企及。

对于时空的本质到底是什么、如何来定义并清楚地说明它们,这是目前科学中一个又大又难的题目,有待我们有志的青年学生们今后