

给孩子讲 太空

THE SPACE

著名物理学家李淼教授给孩子讲宇宙星辰

李 淼
著



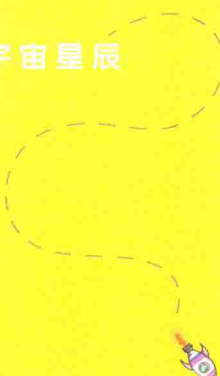
给孩子讲 太空

THE
SPACE

著名物理学家李淼教授给孩子讲宇宙星辰



李 淼
著



图书在版编目(CIP)数据

给孩子讲太空 / 李森著. —南京: 江苏凤凰文艺出版社, 2019.5
ISBN 978-7-5594-1737-4

I. ①给… II. ①李… III. ①宇宙—少儿读物 IV.
①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 279821 号

给孩子讲太空

李森 著

责任编辑 唐 婧

出版发行 江苏凤凰文艺出版社

南京市中央路 165 号, 邮编: 210009

网 址 <http://www.jswenyi.com>

印 刷 苏州越洋印刷有限公司

开 本 710×1000 毫米 1/16

印 张 16.5

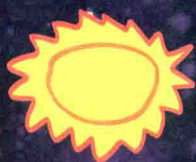
字 数 168 千字

版 次 2019 年 5 月第 1 版 2019 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5594-1737-4

定 价 48.80 元

江苏凤凰文艺版图书凡印刷、装订错误可随时向承印厂调换



1

第一讲

宇宙交响曲



宇宙撕裂,万物消失	002
创造宇宙	008
暗宇宙	013
雀巢巧克力的秘密	016
探测宇宙最初一刹那	020
宇宙中的那些空隙……	028
万点千星明复谢	034
生活中的对数	038
中国神话中的现代宇宙学(一)	042
中国神话中的现代宇宙学(二)	046
中国神话中的现代宇宙学(三)	050
中国神话中的现代宇宙学(四)	054
中国神话中的现代宇宙学(五)	058
关于宇宙学的“哲学”思考	062
世界是平的(一)	071
世界是平的(二)	075
第三枚苹果(上)	079
第三枚苹果(下)	084



2

第二讲 时间、空间的奥秘

原子钟在滴答	090
时光之箭	094
读不懂的时间	099
时光探险	104
时间与空间	109
探测时空极限	118
黑洞、虫洞和时光机器	126
模拟黑洞	130
三维：一个幻象世界	135
桌子上的大爆炸	140
我们从哪里来，我们向何处去	145
存在命运吗？	149
霍金的大设计	153
额外维、魔术与灵魂存在	157
缸中之脑	161
物种大灭绝：过去和未来	166
爱因斯坦放出的精灵	170





3

第三讲

探索物理之美

弦论：一些事物的理论	176
认知是一种幸福	181
费米伽玛射线空间望远镜	185
普朗克卫星	189
爱因斯坦的望远镜	193
弦论与凝聚态物理	196
天空和实验室中的暗能量	201
难以置信的萎缩中的质子	206
量子传输	210
阿凡达的灵魂传输	215
另一只鼓的鼓点	219
玻璃球艺术	223
科幻会影响科学吗？	228
粒子物理的前景	233
智商与智慧	237
我们的创造力哪去了？	242
创造力和孤独感	246

第一讲

Chapter 1

宇宙交响曲





宇宙撕裂，万物消失

◎ 宇宙的生命可能是有限的

20 世纪末天文学家通过观测遥远的超新星得到一个惊人的判断，遥远的天体相对于我们的退行速度越来越大。这意味着在我们的宇宙中存在一种无所不在的特殊能量，这种能量被称为暗能量。因为它的唯一作用是提供斥力，使得宇宙中天体之间的退行速度越来越大，我们还没发现有其他什么办法直接和这种能量打交道。最近几年来，天文学家和物理学家合作研究暗能量的性质，提出了各种各样的可能。有人认为暗能量密度是一个恒量，大小不依赖地点也不依赖时间。如果是这样，宇宙将无止境地膨胀下去，恒星和星系将消失，人类也很难维持文明。另一种可能是能量密度越来越小，对人类来说这是最好的可能。第三种可能是密度越来越大，天体之间的斥

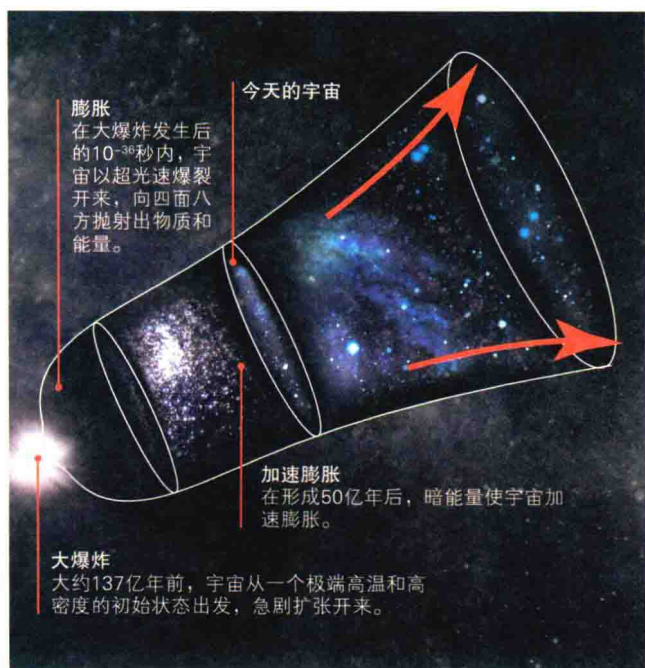




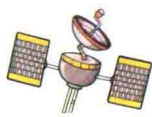
力也越来越大,最终导致大撕裂,即所有物质,包括分子和原子都被撕裂,这是宇宙的终结。令人害怕的是,有一些观测证据支持这种观点。

◎ 宇宙有一个开端吗? 如果有,宇宙是怎么起源的?

宇宙是否有一个开端? 大爆炸宇宙学说看上去承认宇宙有一个开端,在开始的时候,大约 137 亿年前,宇宙非常非常小,突然宇宙空间的每一个点同时爆炸,温度很高,看上去是一锅炽热的粒子气体。我们现在的宇宙就是从这个婴儿期来的。科学家们相信,在热大爆炸之前,还有一个极为短暂的时期,宇宙在这个时期是冷的,但存在一种能量使得宇宙膨胀得更为迅速。宇宙在这个时期以前是什么样,是否还有一个有趣的历史? 我们还没有答案。



宇宙的起源





◎ 为什么物理学定律是这样的形式？这些物理学定律从何而来？

自然界最大的秘密是所有现象都遵循规律，这些规律在物理学中就是定律，行星遵循万有引力定律围绕太阳转，电子遵循电磁定律和量子力学围绕原子核转，太阳遵循核物理定律发光发热。过去，物理学家和普通人一样，认为物理定律就该是这个样子，从来没有问过物理定律为什么是这样子，还有没有可能是别的样子。物理学和宇宙学的发展使得科学家们开始提出这些问题，而问题的回答可能并不简单，也许是物理学的终极答案。

◎ 宇宙中物质的复杂性的起源

宇宙是复杂的，地球上的很多现象是复杂的，如果没有这些复杂现象，我们的生活就少了很多乐趣，例如美就是建立在复杂现象的基础上的。甚至可以说，没有复杂性，就没有生物，就没有人类、没有喜怒哀乐。物理学家喜欢研究小系统，因为简单。但一个复杂的现象必然与比较大的系统有关，复杂性往往就是系统中很多部分合作产生的。生命的基础建立在蛋白质、基因等大分子和分子集团之上，这些复杂的结构是怎么来的？我们能从简单的物理规律推出它们的起源吗？

◎ 宇宙如何结束？

前面说到，如果暗能量的密度越来越大，我们的宇宙前景可不怎么样，但即使是这样，也要几百亿年甚至上千亿年宇宙大撕裂才会发生。仅就目前我们掌握的情况来看，怀疑宇宙会发生大撕裂有点杞





人忧天,要肯定暗能量密度越来越大,至少需要我们做 10 年甚至 20 年的实验。也许暗能量密度不会变大也不会变小,也许会变小,谁知道呢?西方人特别在乎宇宙未来会不会崩溃或者死寂,哪种结果都是他们不希望看到的。在不远的将来,也许我们能够确定宇宙将如何结束。

◎ 我们的宇宙是经过微调以适应生命和智慧存在的吗?如果是,为什么?

人的存在在我们眼中是天经地义的,就像日月星辰、山川土地的存在一样自然。物理学学习到一定程度,我们就会知道,世界上有很多存在和现象与物理定律密切相关。如果我们稍微改变一点物理定律,世界可能就完全不同,例如,将万有引力的强弱变化一些,太阳也许还存在,但大小完全不是现在这个样子。将电子电荷变化一点,分子原子的大小完全不同,人类也许因此不复存在。每一个物理定律和物理常数就像一个收音机调台钮,旋动一点,生命和智慧就会消失。

◎ 爱因斯坦的后续者

爱因斯坦毫无疑问是 20 世纪最伟大的科学家,甚至是 20 世纪最著名的人。所以,经常有人问,爱因斯坦之后还有和他一样伟大的科学家吗?如果有,是谁?对第一个问题的回答是否定的,从而第二个问题也就变得没有意义了。

爱因斯坦是相对论的唯一创始人,是量子理论的创始人之一,而这两个理论是 20 世纪以来物理学的两大支柱。做到其中一点,就会





成为不朽的科学家。媒体经常拿霍金说事,认为他是爱因斯坦的继承人。作为一位身体残缺却对物理做出很大贡献的人,霍金无疑值得我们尊敬。他在物理学中最为人们称道的贡献是发现了黑洞辐射,这个发现也是理论上的,由于条件所限实验上还没有验证霍金的理论。即使霍金是正确的,这个贡献也无法比拟爱因斯坦的两大贡献。所以,严格地说,霍金虽然可以说是爱因斯坦之后继承爱氏研究的重要科学家之一,却不能说成是他的继承人。谁是爱因斯坦的继承人?当然没有,因为爱氏晚年最大的心愿还没有能够为后人完成:将自然界所有基本物理定律统一起来。

物理定律可以完全统一起来吗?历史的经验似乎支持正方。天体运动的规律和地球上物体运动的规律被牛顿统一起来了,不同的热学现象和化学现象也统一起来了。在19世纪,看上去完全不同的光和电也统一起来了,到了20世纪,亚原子世界的两种力也统一起来了。最后我们问,万有引力和电磁力是同一种力吗?很多爱氏的后继者认为它们一定可以统一起来,虽然直到今天我们还没有能够完成这个伟业。这个尴尬局面为反方提供了嘲笑的把柄。

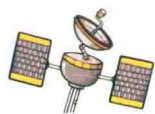
还有很多人从理论上试图完成这项看上去不可能完成的任务,这些人分成若干派别,其中最大的一派叫超弦派,我就属于这一派。超弦派认为,世界上所有的最小的不可再分的粒子其实是弦,或者类似弦的东西。还有一派认为超弦派走得太远了,他们相信只要将爱因斯坦的理论重新包装一下,然后用一些看上去很抽象的数学折腾一下,就可以成功了。再有一些少数派,基本上在自弹自唱无人理

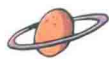




睬。现在看起来,研究粒子的物理学家和研究宇宙的物理学家比较倾向于支持超弦派。也许下一个爱因斯坦会出自超弦阵营,我却不愿意押宝。虽然我将希望寄托在随时可以冒出来的天才身上,我却深刻怀疑伟人的时代已经过去了,就像莎士比亚不可复制一样,爱因斯坦同样不可复制。也许我们每一个人都将是那个“伟人”的一个部分,我们这些坚信宇宙和物理学规律是统一的人,作为一个集体是爱因斯坦的后继者。

这个世纪也许在经济上是一个不寻常的世纪,在物理学上,我感觉将是一个令后人觉得了不起的世纪。





创造宇宙

几乎每一个神话都有上帝创世说,最著名的故事当然是《圣经·旧约》中上帝用了6天时间创造了世界。在中国的神话中,创世的时间要长得多,先是盘古的出生到长大,花了1.8万年,然后开辟了天地。印度婆罗门教是梵天创造了世界,而日本神话则用天之御中主神代替了梵天。

现代宇宙学虽然不是创世说,有一点和创世说类似,就是我们现在能够看到的宇宙起源于一个有限的时间之前,这个有限的时间大约是137亿年,比所有神话传说中的时间都要长。在137亿年前,宇宙是一团灼热的气体,温度和密度都是不可想象地高(高到即使现在的恒星内部也不可能达到)。这个名为大爆炸的学说有一个重要之处和炸弹爆炸不同:当炸弹爆炸时,有一个中心点,在这个中心点之

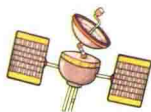




外所有的炸弹碎片都向外飞,而中心点原则上是不动的。大爆炸不同,它没有中心点,每一点都在爆炸,很像烤面包,面包的每一块同时在膨胀。和烤面包不同的是,大爆炸时的膨胀速度大得不可想象。

宇宙大爆炸学说在 20 世纪 60 年代之后成为公认的科学,那时大多数人认为这就是宇宙创生的最终答案,不必再追问大爆炸之前发生的事情了。这有点像基督教中的一个说法,如果你敢问上帝在创世之前做了什么,回答是那时他在为敢问这个问题的人准备地狱。但大爆炸的确有一个令人不满意的地方,就是前面说的类似烤面包的图像。为什么在大爆炸发生时我们现在看到的这块宇宙像一块面包一样均匀?为什么大爆炸发生时几乎所有地方的温度和密度是相同的?是谁准备了这个异常均匀的条件?当时在康奈尔大学做资深博士后的古斯(Alan Guth)在听了普林斯顿大学的一位教授的宇宙学演讲之后开始思考这些问题,并很快提出了他自己的回答。这个回答非常简单和巧妙,他说,在热大爆炸之前,宇宙经历了一次极短的但非常快速的加速膨胀,这个加速膨胀将一个很小的区域放大了许许多多倍(大约是一万亿亿亿倍),从而开始时的任何不均匀都被抹平了。当时的天文学界和宇宙学界的很多人认为古斯的理论形同神话,只有研究理论物理的人认真对待他的理论。暴涨理论提出之后没有几年,我在念研究生,很多人对一些对暴涨宇宙论感兴趣的学生说,这是一个画鬼的理论。

二十多年的时间过去了,没有人再说暴涨宇宙论是画鬼的理论,





因为越来越多的观测事实支持这个理论,使得暴涨论成为目前宇宙学和天体物理领域最热门的理论之一。古斯显得他思考问题的方式与众不同,因为他敢于问创世之前到底发生了什么这样的问题,他成了一个英雄。

如果真的存在一位上帝,让他准备热大爆炸这样的条件,的确非常困难,因为均匀性的条件实在太苛刻,这就像两列火车相撞,你希望看到相撞的结果不是杂乱无章的,而是一块看起来很匀称的铁块。所以,没有人会问我们能否扮演上帝这个角色,在实验室内实现大爆炸时的物理条件。而暴涨的情况很不同,在暴涨发生的时候,宇宙不需要很均匀,初始条件没有那么苛刻。此时,我们就可以问,人类能够在实验室中实现暴涨发生时的物理条件吗?换句话说,我们能够在实验室中创生一个宇宙吗?这是一个不可思议但十分诱人的问题。还是古斯伙同一位他的麻省理工学院的同事在二十多年前问了这个问题,并作了回答。

很可惜的是,他们的回答是否定的。这并不是说暴涨宇宙发生时我们需要难以想象的高温度、高密度,相反,那个时候温度其实是极低的。能量密度呢?能量密度并不低,但也不需要高到不可想象。困难的不是实现不了高温度、高密度,而是很难实现暴涨发生时需要的一个关键条件:使得一块哪怕是很小的空间加速膨胀。要使得空间加速膨胀,我们需要一种类似现在观测到的暗能量一样的能量。这种能量和物质的能量不同,它会产生负压强。古斯等人证明,实现





这个条件的先决条件是在空间中产生一个数学上的奇点。我们知道,物理得以成为科学的限制是不能有这样的奇点,否则什么事情都会发生(在奇点处经典物理定律统统失效)。

古斯等人的“定理”可以看成是一个在经典物理框架中证明的定理。如果将量子物理加进来,很难说我们到底能不能够在实验室中创造宇宙。例如我们可以问,极早期宇宙的暴涨是如何开始的?难道也是开始于一个奇点?如果我们执着于经典物理,这是一个回避不了的答案。但非常有可能,暴涨的起因是量子涨落^①。

关键在于,在这个启动了我们的宇宙的量子涨落发生之前,宇宙是处于什么状态?是什么也没有(霍金的回答)?还是很像我们的实验室,时间正常地流动着,空间看起来也很平凡?

物理学家就暴涨期的起源已经争论了很久。最近,随着观测的进展,这种争论越来越多,也越来越接近可能为观测所证实或证伪的问题。或许我们的宇宙起源于一个寻常的空间,甚至是史前的某个物理学家的实验室中。这个实验家扮演了上帝的角色,他启动了一个量子涨落,在一个极小的空间产生了极大的暗能量,这个暗能量驱动了空间的暴涨,产生了一个新的宇宙。这个新的宇宙的暴涨不会对实验家所处的宇宙产生灾难性的影响,因为新旧宇宙是通过某个

^① 在量子力学中,量子涨落是在空间任意位置对于能量的暂时变化。量子涨落看似违反了能量守恒定律,但这种涨落发生在空间中的任何地方,而且能量存在的时间非常短,时刻一到,它就要消失。所以在尺度上,能量守恒定律并没有被破坏。

