

841/66

19245

物理学的未知世界

物理学的未知世界

田志伟等 編譯

上海科学技术出版社

內 容 提 要

二十世紀开始以来, 物理科学不論在理論研究和实际应用方面, 都取得空前未有的成就。量子力学、相对論都是本世紀的巨大貢獻, 标志着人类認識客观物质世界达到了新的高峰。可是, 今天的物理学在探索些什么呢? 本书介紹了基本粒子、場論、宇观世界等物理科学中最新的理論問題。书中引用不少譬喻和例子来介紹科学知識, 可供愛好物理科学的讀者閱讀。

物理学的未知世界

田志伟等 編譯

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

大众文化印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 787×963 1/32 印张 6 排版字数 112,000

1965 年 5 月第 1 版 1965 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—29,000

統一书号 13119·613 定价(科二) 0.44 元

序

二十世紀开始以来，物理科学無論在理論研究和实际应用方面，都取得了前所未有的成就。在这个领域中，接二連三地出现了許多新的名詞、新的概念和新的論点，标志着人类認識客观物质世界达到了新的高峰。今天，人們在物理科学中究竟在探索或者已經找到了一些什么更加新奇的东西呢？

1900年开始創立的量子論，和大約在1925年前后逐漸代之而起的量子力学，使物理学摆脱了旧日的机械的观点，长驅直入地进入了微观世界。这是一个与我們感官所能感觉到的宏观世界显著不同的世界。在那里，基本粒子在相互轉化，而且都具有自己的反粒子。可是，基本粒子的这种正-反对称性是否就显示着自然界本身也普遍存在着对称呢？再說，宇称守恒定律在弱相互作用中被推翻这一事实，是否就說明世界天然地就具有一种“独特的”方向呢？

二十世紀初所发现与发展的相对論，使物理学摒弃了旧有的“絕對時間”和“絕對空間”的概念，建

立了新的正确的时-空观。可是,引力场的性质究竟是怎样的呢?它到底是只和空間的几何学性质有关,还是确实存在着一种所謂“引力子”呢?

此外,在那比宏观世界更宏观的、也就是用任何现代仪器所能观测到的宇宙以外的、无边无际的空間——所謂“宇观世界”中,是否会存在着由“反物质”組成的“反世界”和“反銀河系”?在那里,宏观世界中的物理规律是否会不适用?

在那比微观世界更微观的所謂“超微世界”中,是否会隱居着比基本粒子更基本的成員“元物质”?在那里,量子力学是否又将被另一种目前还不知道的新的力学规律所代替?

物理科学中这些最新的理論問題的提出,意味着人类在与自然斗争中,决心要征服自然、利用自然和改造自然的强大战斗力。今天,人們密切注視着这一領域中的动态。本书就是用通俗的語言,向爱好科学的广大讀者及非物理专业的年輕科学技术工作者介紹今天物理科学中上述这些問題的初步輪廓。

本书主要是以苏联 В. Келер 著“На пороге неведомого”(1961)一书为蓝本編譯而成的。

目 次

序

宇观世界和微观世界	1
在总星系的圆顶下	1
星星的音乐	6
星系在扩张	12
现代物理学的第三个世界	19
基本粒子世界中的寻常现象	27
基本粒子世界中的异常现象	33
粒子-反粒子	43
有反世界嗎?	53
宏伟的对称之国	61
有軸和有序的世界	61
节奏——时间的对称	65
这是些理想的例子嗎?	68
五种对称形式	71
世界有几个方向?	75
对一个定律的公正评价	83
是偶数还是奇数?	83
τ - θ 之謎	90
最初的推测	94

可貴的念头	97
打开通向未知世界的道路	101
一个沒有做过的实验	103
揭露了新的对称定律	109
寻求“元物质”	113
万物之本,世界之源	113
理想的形成	115
有“幻-粒子”嗎?	122
头几次尝试	125
元物质的五种性质	130
在繼續寻觅中	133
海森堡的想法	140
引力之謎	150
不相識的老朋友 —— 万有引力	150
“反引力”的神話	151
在低速的世界里	158
当空間与時間汇合	163
等价原理	167
空間-時間的弯曲	171
依然是个謎	181

宇觀世界和微觀世界

在总星系的圓頂下

有什么能比晴朗的夜空景色更为美丽！自古以来，它就一直吸引着人們的注意，并且在人們心目中引起种种神秘的幻想。

随着世紀的更替，科学家日益頑强地深入探索宇宙的奥秘。到我們的时代，人类駕馭蓝色天空的权力已不可言喻地增长了。天空的“圓頂”被揭开了。然而，人們愈深入到无边无际的宇宙海洋，就愈深信宇宙的无穷无尽。

这个“圓頂”究竟有多大？我們这时代对于宇宙的科学認識究竟达到了何种境界呢？

利用完善的新式望远鏡，人們已能观测到宇宙极遙远的区域。现在，天文仪器所能观测到的空間范围大到甚至不能用公里来量度（否則就得写成很长的数字），而得用所謂光年为单位的程度了。

光年并不是時間的一种量度单位，而是距离的

单位。它是指光线跑一年所经过的路程。大家知道,光在真空中的速度几乎等于每秒 30 万公里。这就是说,光信号在一小时内将走完约 10 亿公里的路程,在一年内不少于 10 万亿(10^{13})*公里或 100 亿亿(10^{18})厘米。

在一本科学幻想小说中曾讲到有一种不寻常的宇宙飞船,它是一只脉冲式的飞船,每跳跃一次,都将在刹那间走完比上一次所走更远一千倍的路程。现在就让我们带着“光年”尺和米尺,乘上这只飞船到太空作一次想象上的遨游吧。

首先,假定我们的飞船是在离地面 50 米的高架上起飞,那末,第一次跳跃就将使我们上升到 50 公里(50 千米)的高空。从这样高的地方往下看,世界上任何一个大城市及其郊区便都将一览无遗了。你看,那宽广的街道好象一支笔直的箭,蜿蜒的河流宛如一条绚丽的蓝色绢带。

一瞬间,我们完成了第二次跳跃。眼前已看到整个的地球。要知道,这时我们离开地球已有 5 万公里(50 公里的一千倍)。显现在我们面前的是这样一些大陆的斑斑轮廓:亚洲、欧洲、澳洲和部分非洲。只有美洲仍完全隐匿在地平线之下。

再远离一千倍,也就是我们到达了离地球 5 万公里的地方,我们看到地球旁边出现了最接近的

* 在物理学中,通常都把大的数字和小的数字写成 10 的正幂次或负幂次,例如 $1,000 = 10^3$, $1,000,000 = 10^6$, $0.001 = 10^{-3}$, $0.000001 = 10^{-6}$ (幂次数等于在 1 后面有效的零的数目,或等于小数点后面的位数)。

宇宙邻居(假如不把月亮算作邻居的话)——金星。金星和地球这两个行星在彼此最接近的时刻,相距“只有”4千万公里。

近年来,金星引起了科学家的特别注意,他们利用宇宙火箭把金星作为研究的对象。曾经发表过这样的推测:在那永不消散的云层掩盖下的金星上,有着比火星更类似于地球的生活条件。

第四次跳跃后,展示在我们眼前的是一幅太阳系的全景。从这500亿公里远处,就不难看清楚太阳的所有九个行星。这时,观察四个“内行星”——水星、金星、地球和火星,以及最远的冥王星还需要用到望远镜。至于其余的行星——木星、土星、天王星和海王星,用肉眼就可以清楚地看见了。

再往远去,太阳系已变成一个点,大小只有象大头针的头那样大了。须知这时我们与地球的距离已经有50万亿公里,这个数字最好将它写成 5×10^{18} 厘米或5光年。后者意味着:此刻我们在自己面前所看到的并不是现在的东西,而是5年以前的东西了。在这样远的地方,要利用非常大的望远镜,才能看到不久以前地球的样子。因为,5年前从地球上反射而来的光线,如今才刚刚到达这里。

和太阳系最接近的恒星是比邻星,大约就在离我们这样远的地方,它和我们相距是4.24光年。

我们马不停蹄。再一次冲刺,离开地球已经有5,000光年了。在我们那幻想的望远镜中将“看到”古埃及王国,“看到”距今约5,000年前统一埃及的帝王法老攻下米尼斯、征服尼罗河三角洲建立王朝

的往事。

我們的眼前出现了整片的恒星群。除太阳以外，还有我們很熟悉的半人馬座 α 星、长蛇座 β 星、天琴座 α 星(織女星)、孔雀座 δ 星与双子座 α 星(北河二星)等等。那颗被地球上的人们认为最亮的恒星——天狼星，现在看来和地球十分靠近，总共不过8.7光年的距离。

我們不仅看到了大量的恒星，更发现了广大的空間，看到星星的大小同弥布于星球之間的“真空”是小得不能相比。打个比喻，如果整个欧洲大陆上一共只有三只蜜蜂，那末欧洲的蜜蜂“人口”密度便要大于宇宙空間中的星球“居民”的密度了。

第七次跳跃后，我們便成为从銀河系外面来观察銀河系的人物了。銀河系的形状很象中間厚边缘薄的两面凸出的透鏡。銀河系在不停地旋轉着，大約每2亿年轉一周。

我們的太阳系位于离銀河系中心相当远的地方——相距約2.3~2.6万光年。在銀河系这个恒星“王国”里，我們的太阳系是个偏僻的省份。这种远离銀河系中心的后果之一，就是太阳系以每秒約250公里的高速度繞着銀河系中心旋轉。另一个結果是，使我們的天文学家有可能一眼看到几乎整个的銀河系。天文学家在不久以前，甚至还摄取了銀河系的照片，照片的取景角度活象是从最后一节車厢拍摄在轉弯的整列列車那样。

太阳系远离銀河系中心的事实，可能就暗示着一个动人的問題底答案：在宇宙的可见区域中，应该

差不多有一亿个行星。而且，这些行星中的一部分正处于同地球现阶段相应的发展时期，可以想象在这些行星上有雷同于地球上的生命在繁生着。

虽然，太阳系以外的第一个行星直到 1963 年才由国外科学家发现，而且这个被命名为伯納德星 B 的行星只有木星重量的一半，是个黑暗的无生命的天体。但是，在这一亿个行星当中，科学技术的进步达到了比地球上水平更高的行星，难道連一个也沒有嗎？假使有这样的行星存在，那末为什么那里的居民直到现在还没有找到我們呢？我們已发展到能够开始探索另一些世界这样高的程度，而有着更高度发达的文明世界怎么会不发现我們呢？也許，这全是距离在作怪。銀河系中心可能老早就有了生命，只是由于我們离銀河系最稠密的中心部分是那样遙远，因而使得那儿极为能干的居民仍然无法到达我們这里。

我們从 500 万光年外眺望銀河系，就看得见为数很多的銀河系。它們都各有各的大小，有的比我們这个恒星系（指銀河系，包括約 1,000 多亿个恒星）还大些，有的則小些。每个河外星系的平均直径，大約是 10^{28} 厘米，也就是等于 100 亿亿公里。

这些星系此刻离我們的距离都差不多远。它們之間的平均距离要比它們的平均直径大十倍，也就是有 10^{24} 厘米或 10^{19} 公里。这是个大得惊人的数字。倘若有人想以一秒钟进一位的速率（每秒钟数 10 个数字），从头到尾把 10^{19} 这个数目数一下，他就必須能活到比地球的高龄更长几十倍的寿命（設地

球已存在了40~60亿年)。因为按数量级来计算,每年为 10^7 秒,10亿年等于 10^{16} 秒;若一秒钟数10个数字,10亿年还只能数到 10^{17} 。

现在,让我们再作一次跳跃——第八次跳跃,我们到达了距离50亿光年远的地方……。看来,这已是我们宇宙可见区域内所能够作的最后一次跳跃了。我们的确已“有些过分吹嘘”了。因为现代光学望远镜所能探索到的宇宙空间,它的半径还不过是20~30亿光年,即 $2 \times 10^{27} \sim 3 \times 10^{27}$ 厘米的范围。人们想象中的天穹圆顶的半径就是那么大,圆顶上布满了所有的河外星系,它们总的组合便构成了“大的星系”,或通常所称的“总星系”,它代表了至今为人们所研究的全部恒星系的总称。

每一个河外星系包括有一千万至一万亿颗恒星,而这样的河外星系又有十亿、百亿个。总星系“浩瀚深广”到何等程度就可想而知了。

更远的地方将是什么光景呢?再远,便是人们迄今未知的玄妙世界了。然而,现在人们已经开始向它的边界进军,我们所使用的第一个武器就是射电望远镜,它是一种灵敏度极高的无线电定向接收系统,可以用来接收来自天体的无线电辐射。

星星的音乐

古代思想家波法格耳不仅致力于研究几何学,而且还在音乐方面花了很多功夫。他相信,星星在发出乐音。

披法格耳說：天體好比是宇宙中諧和的琴弦。它們在運動中發着聲音，我們分辨不出這種和聲，那只是因為我們經常地聽到因而對它們習慣了的緣故。

1931年，人們第一次聽到了宇宙之“聲”。不過，系統研究這種新的現象還是從1943~1944年才開始的。

這種現象的真相究竟如何呢？

原來所有的天體：月亮、行星、太陽、恆星、星云等等，都在輻射着可見的光譜或無線電波波段的電磁波。這就是說，這些天體不僅可以用普通光學望遠鏡憑“視覺”加以觀察，而且還能利用特殊的無線電接收裝置憑“聽覺”來研究。這就導致了天文學的一個新部門——射電天文學的誕生。射電天文學使用的主要研究工具是射電望遠鏡，它是一種接收來自宇宙空間的無線電波的裝置。

這種儀器的構造到底怎樣呢？

它類似於一切無線電接收裝置，是由天綫、靈敏接收機和裝在接收機輸出端的記錄器等部件組成的。

射電望遠鏡的天綫，按照專家的話說，是具有銳利的定向特性的，它能集中地瞄準宇宙的局部區域，使我們精確地觀察到特定的目標。為了便於使天綫定向到天空的各個區域，通常把天綫做得既能沿地平經度旋轉，又能沿地平緯度旋轉。

射電望遠鏡的接收機是采用超外差式的，它具有很小的固有噪音。

这样，人們便不仅能够察看宇宙，而且又能“聆听”宇宙了。人类凭这种新工具，大大地开拓了自己的知識領域，更加广泛地洞察宇宙的多样性，从而确立起一系列的概念。

已經肯定，在不少情况下，应用射电望远镜比利用光学望远镜可以使人获得更多的宇宙知識。

虽然，射电望远镜的分辨本领比光学望远镜的要小一些（分辨本领是指仪器能够清楚地辨别彼此靠近的两个辐射源的本领），然而它比光学望远镜灵敏得多。因为某些物质运动的过程，只产生波长較长的无线电辐射，而不发射或只发射极弱的可见光，因此对普通望远镜来讲已是弱不可见、远不可及的那些幽暗的或是渺远的天体，射电望远镜却可以观察到。

用光学望远镜观测宇宙天体主要是在夜里进行的，如要观察微弱发光的天体，則更需在沒有月光的夜晚；可是对射电望远镜來說，白昼与黑夜是沒有区别的。在一天之中，任何时候都可以用射电望远镜进行观测，只要所观测的天体在地平綫以上就行。

随着射电天文学的进展，射电望远镜的天綫盘直径有的已經长达75米。现在还在設計更大的射电望远镜，它的天綫盘的直径将有250~300米。

在那些巨型的射电望远镜建成以后，已經利用它們成功地发现了近两千个宇宙无线电辐射源，其中只有极少数的一部分能在普通望远镜中看到。天文学家将已发现的那两千多个辐射源跟由光学望远镜观测的結果进行对照以后，确定它們与用光学

望遠鏡看到的恒星、星云、星团等天体相对应的并不多。因而，在天文学中就出现了一个新的概念——“射电星”或“射电源”，它們是一些輻射無線电波的孤立星云。

用射电望遠鏡对太阳系的某些天体进行观测，已取得了有价值的結果。

1955年以前，用射电天文学方法考察了太阳系中的两个天体：太阳和月亮。

这就弄清楚了，太阳的米波段的無線电輻射，几乎全部是由灼热到100万度的日冕所产生的。在太阳活动最强烈的时期，也就是在产生大量黑子与爆发色球层的閃光等时期，太阳不仅是个热輻射源，并且还是个强大的非热輻射源，而後者的性质到现在还没有彻底明白。

月亮的無線电輻射是1946年发现的，波长是1.25厘米，它也具有热輻射的性质，这是由于受太阳光照射而引起的。月亮的波长从几毫米到1米的無線电波都发生在深达0.02~1米的地下层处。因此，月亮的無線电輻射很弱，我們所以能发现它們，那是因为月亮离地球相当近的緣故。

在1955年，人們終於記錄了木星的無線电輻射。由于木星离太阳較远（比地球离太阳远五倍），它受太阳光照射的加热极其微弱，因而在地球上所能接收到的木星的無線电輻射，就不一定是一种热源的輻射。

有一种假設认为：木星的無線电輻射是由于在它的大气层中发生剧烈的放电现象的緣故。在木星

的氢气大气层中，有很多云看来是由烷的液滴和氨的晶粒组成的。这些云会带电。当云带电到一定的高电压时，就开始放电。

1956年，天文学家收到了3厘米波段的金星无线电辐射……

研究太阳系行星的另一种方式也有迅速的发展，这就是利用无线电定位法。用这种方法，就仿佛是在利用发自地球的光线去考察行星的表面那样，我们在地球上向所观察的行星，对准它发射无线电波来进行研究。

在1945年，人们第一次实现了对月球的无线电探测，接着在1959年又实现了对金星的无线电探测。

无线电探测初次完成了光学天文学所没有能够做到的，它能透过行星周围稠密的云层测定行星表面的温度。

射电天文学解决了出现在天鹅座和半人马座之间的银河分叉问题（银河分叉又叫银河系旋臂。银河系具有旋涡结构，有两条旋臂，因而属于旋涡星系。太阳即位于其两个旋臂之间）。人们曾经认为这种分叉是不存在的，那不过是由于稀疏地分布在这个区域中的星际尘埃，使得那儿明亮星座发射出来的光，减弱到变成灰暗的程度。

1947年，英国人赫恩、派尔松斯与菲利浦曾将射电望远镜定向到天鹅座附近天空中的黑暗区域，他们意外地发现了一个特别强大的辐射源。从那部分区域发来的无线电波的能量大约比太阳系所从属