

学 课 外 读 物

来自天外的射线

中学课外读物

来自天外的射线

任宝祥 编著

郑亚龙 插图

山东教育出版社

一九八二年·济南

中学课外读物
来自天外的射线

任宝祥 编著

郑亚龙 插图

*

山东教育出版社出版

(济南经九路胜利大街)

山东省新华书店发行 山东新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 5.75印张 88千字

1982年5月新1版 1982年5月第1次印刷

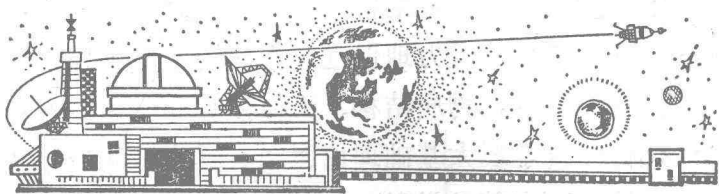
印数1—3,000

书号 7275·64 定价 0.37 元

目 录

奇怪的“天外来客”	3
到微观世界去	12
原子——由臆测到证实	13
原子是可以分割的	16
电子的跳跃和原子发光	20
不寻常的天然放射现象	23
炮轰原子核	28
“核王国”的成员	32
质量与能量	34
向基本粒子世界进军	38
揭开宇宙射线的秘密	44
一个意外的发现	44
捕捉射线的仪器	49
一条实验曲线的启示	58
地磁场的贡献	62
次级射线的初步观测	70
奇迹般的簇射	73
高能粒子在物质中的遭遇	78
解开簇射之谜	83
“软成分”与“硬成分”	86
追根求源	90

一幅蔚为壮观的图画·····	93
打开通往基本粒子世界的大门·····	96
“狄拉克海洋”与正电子·····	96
安德逊的发现·····	103
正电子的“生”与“死”·····	106
核力和介子·····	111
μ 介子——意外的收获·····	117
真正的核力场介子—— π 介子·····	121
成群出现的奇异粒子·····	124
繁花似锦的基本粒子世界·····	129
向物质结构更深的层次挺进·····	134
研究基本粒子的意义·····	140
天文学史上的新篇章·····	145
探索太阳活动规律·····	145
壮阔天图添新星·····	148
一个诱人的新课题·····	154
宇宙射线与宇宙航行·····	158
宇宙射线与宇宙航行·····	158
考古学的“时钟”·····	162
宇宙射线的其他用场·····	165
展示未来·····	167
广阔的发展前景·····	167
把我国宇宙射线研究工作搞上去·····	174
【附录】带电粒子在磁场中的运动·····	178



自然界里呈现着形形色色的现象，在这些现象中，包含了物质世界无穷无尽的秘密。当人们对这些现象还没有完全了解的时候，徒然感到它光怪陆离、神秘莫测；而一旦揭开了这些现象的奥秘，摸到了其中的本质和规律，反过来，它又会成为人们认识自然和改造自然的一种巨大力量。

这里，我们要给大家介绍的来自天外的射线——宇宙射线，便是这样的一种自然现象。提起宇宙射线来，不少人可能感到十分陌生，仿佛那是另外一个世界的东西。其实，它远在天边，近在眼前——它就生活在我们中间。每时每刻，不管是白天还是黑夜，我们都受到宇宙射线的照射，它在我们中间飞来飞去，川流不息。不过它来无影，去无踪，从来没有人知道。只是由于现代物理学的发展，人们才发现了它，研究了它的特性，并且用来为发展现代科学技术服务。

宇宙射线是二十世纪物理学的伟大发现之一，对它的发现与研究，有力地促进了现代科学基础理论的发展。我们知道，物质结构、天体演化和生命起源，是当代自然科学三大基础理论课题。其中，物质结构和天体演化两支基础学科，都同宇宙射线有着密切的联系。宇宙射线是座“桥梁”，物理学家通过这座“桥梁”，把物质结构的研究，从原子和原子核这两个层次，推进到了基本粒子及更深的层次之中；天文学家通过这座“桥梁”，不仅为壮阔的天图增添了一系列新天体，而且发现了许多令人不可思议的奇异的天象。宇宙射线是“纽带”，它把人类对无限大的宏观世界的研究和对无限小的微观世界的研究，紧密结合在一起，发展起一门崭新的边缘科学——宇宙射线物理学。

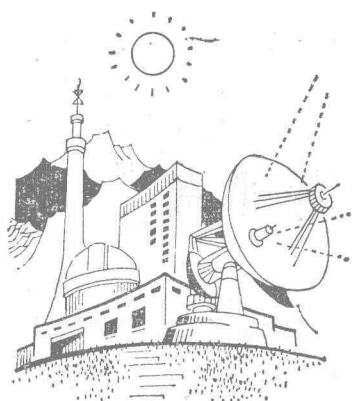
宇宙射线的研究方兴未艾。昨天，它在发展现代科学中立下了不朽的功勋；今天，它的作用还远远没有结束，随着探测器和探测手段的不断更新，今后，它必将为发展现代科学技术再立新功。

那么，到底什么是宇宙射线呢？它具有哪些特点？人们是怎样发现、研究它的性质的？它在发展现代科学中有哪些重大的贡献？它的发展前景如何？等等，这些内容正是本书所要告诉广大读者的。

奇怪的“天外来客”

人人都喜欢晴朗的夜晚。当夜幕垂临的时候，仰望长空，那从山后冉冉升起的一弯新月，那镶嵌在天穹上的点点繁星，无不发出诱人的光辉，常常牵动起人们无限神秘的遐想。

天空是人类眺望宇宙的“窗口”。自古以来，人们透过这个“窗口”，观测了日月星辰的运动和变化，努力探索着茫茫宇宙中的秘密。太阳和各种星体不断地从遥远的宇宙彼岸向地球投来可见的光芒，使人类能用肉眼或光学望远镜来研究它们。但是，正如大家所知道的，可见光只是各种天体向外发出的辐射的一部分，除了可见光之外，各种天体还大量向外发射着红外线、紫外线等各种不可见光。这些不可见光，虽然人的眼睛看不见它们，但是可以用各种探测仪器，发现它们的存在。另外，不少天体还象无线电台一样，向外“播发”着无线电波。矗立在现代天文台上的大型射电望远镜，就是专门用来捕捉这种星空电波的天文

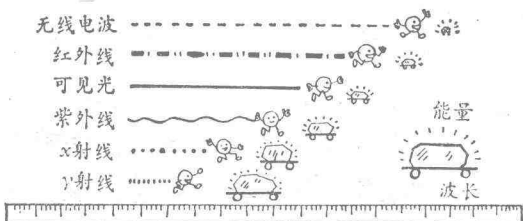


仪器。射电望远镜的出现,大大开阔了人的眼界,使人类揭开了更多的宇宙深处的奥秘。

其实,从物理学的角度来看,不论是可见光还是不可见光,还是各种无线电波,其本质都是一样的,它们都是一定波长范围

的电磁波。如果按波长的长短排排队的话,无线电波的波长最长,下面依次是红外线、可见光和紫外线,近年来,人们还在宇宙中发现了波长更短的X射线和 γ 射线。按照现代物理学的观点,电磁波都是由一颗颗的微粒——光子组成的,不同波长的电磁波的光子能量是不一样的,电磁波的波长越短,其光子的能量越大。所以,不同波长的电磁波,实际上也就是由不同能量的光子组成的光子流,在物理学上,有时

称它们为电磁射线。一切电磁射线在真空中都是以每秒30万公里的



光速运动着的。

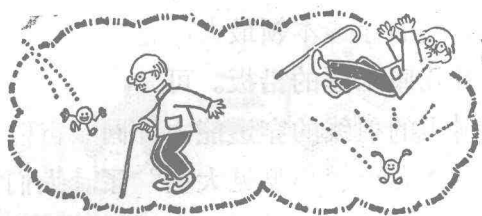
各种天体发出的不同能量的电磁射线，不停地把宇宙空间的信息传送到地球上，使我们有可能了解天体内部的情况和宇宙间发生的事情，称的上是来自星际世界的“信使”。然而，电磁射线并不是从宇宙中传送到地球上来的唯一辐射。二十世纪初，人们透过天空这个“窗口”，又意外地发现了一种与电磁射线性质截然不同的射线，这种射线象连绵不断的雨水，从宇宙的四面八方射向地球大气层，并穿过大气层倾泄到地面上，然后深深打入地下。这种来自宇宙深处的看不见的神秘射线，就被命名为宇宙射线，简称宇宙线。

宇宙射线是种什么性质的射线呢？简单地说，它是一股能量很高的粒子流。众所周知，世间万物都是由许许多多不同种类的粒子——原子组成的，而原子又是由比它更小的粒子——原子核和电子组成的。每种元素的原子中都有自己的原子核和一定数量的电子。宇宙射线是由什么样的粒子组成的粒子流呢？科学家经过长期观测后知道，在大气层以外，宇宙射线主要是由各种元素的原子核组成的。根据分析，在宇宙射线中氢元素的原子核占百分之九十三，氦元素的原子核占百分之六，百分之一是其他元素的原子核，

此外，还有极其微量的电子和正电子。从现在掌握的实验资料来看，凡是地球上存在的元素的原子核，在宇宙射线中几乎都找到了。更有趣的是，一些在地球上根本不存在，只有用现代人工合成的方法才能得到的所谓“超铀元素”的原子核，据说在宇宙射线中也发现了。

宇宙射线是位奇怪的“天外来客”。首先，“奇”就“奇”在它的能量惊人的高。在现代物理学中，量度微观粒子能量的大小，常用电子伏特做单位。一电子伏特就是带一个电子电荷的粒子，通过一伏特电位差的电场时所获得的能量。比如，我们照明用的交流电的电压是220伏特，如果有一个电子从地线跑到火线上，获得的能量就是220电子伏特。宇宙射线粒子能量有多高呢？人们在地面附近测量的结果表明，宇宙射线粒子的能量大都在10亿电子伏特以上，这个能量要比从宇宙中发来的日光或星光的光子的能量大几亿倍。在宇宙射线发现以前，人们在微观结构的研究中，还从未涉猎到这样高的能量区域。在大气层之外，宇宙射线粒子的能量就更高了，近年来，人们已间接观测到有能量高达40万亿亿电子伏特的粒子。这个能量有多大呢？打一个比方，假使这样的粒子射到某个成年人身上的话，这个粒子的能量足以把这个人举高

将近一米！一个直径放大一十亿倍还不到一毫米的微观粒子，居然有如此大的



能量，说来或许有人不敢相信。现在，有一种叫加速器的大型现代化设备，能够产生高能带电粒子。理论计算表明，假如想用加速器把质子加速到宇宙射线粒子那样高能的话，这个加速器的直径要远远超过地球的直径呢！

宇宙射线的另一“奇”妙之处，是它具有非凡的穿透能力。早在宇宙射线发现以前，人们在地球上就发现过几种不寻常的射线，这些射线曾以它巨大的穿透能



力，而使发现者大为吃惊。这就是由天然放射性元素放射出的 α 射线、 β 射线和 γ 射线。这三种射线都能穿透一定厚度的不透明的物质。其中 γ

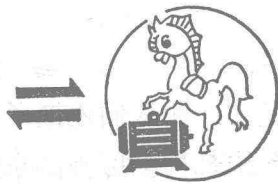
射线的穿透本领最大，它能穿透几十厘米厚的铝板或者几厘米厚的铅板。可是，如果拿天然放射性元素放射出的射线的穿透能力，同宇宙射线比较一下的话，那就有点“小巫见大巫”了。人们发现来自遥远的星际世界的宇宙射线，不仅能够穿云透雾射达地面，而且能够再穿透近一公里厚的坚硬地壳。有人甚至在几千米的水下，还发现了宇宙射线的足迹。在地面上，科学家专门设计的实验清楚地表明，宇宙射线穿过它飞行途中的障碍物，就象光线穿过玻璃一样容易，甚至相当厚的金属板也很难挡住它：10厘米厚的铅板，只能减少它的粒子数的三分之一，如果铅板再加厚一米，也只能再减少粒子数的一半！

宇宙射线粒子既然具有这样巨大的能量和不同寻常的本领，就不能不使人想到，它是不是可以做为一种能源而加以利用呢？在国外出版的幻想小说中，甚至大胆地设想，未来将出现用宇宙射线做能源开动的宇宙飞船。其实，这些想法都是无法实现的。原来，宇宙射线粒子虽然个个“膂力过人”，但是，它们这支“队伍”在空间中却是稀稀拉拉的。这是宇宙射线又一个新“奇”之处。根据测量的数据统计：在海平面上，平均每分钟射到一平方厘米面积上的宇宙射线粒子只有1.5个。在高空中，宇宙射线强度虽然大一些，但即使

在大气层的最顶部，平均每分钟穿过一平方厘米面积的粒子数也不超过60个。特



在100平方公里上的宇宙线能量



1 马力发电机

特别是能量高的粒子，出现的机会更少。例如，在一平方米面积上，从宇宙空间射向地球大气层表面，能量为几百万亿电子伏特的粒子，平均每小时大约只有一个，而能量大于一千万亿电子伏特的粒子，平均每年飞来约一个。有人做过计算，如果把入射到一百平方公里面积上的宇宙射线的全部能量汇集起来加以利用，也不过相当于一马力的发电机而已。而我们知道，虽然太阳光每个光子的能量不算大，但太阳光每分钟穿过一平方厘米面积的光子数大约有3千亿万个，所以，它向地面输送来的能量是相当可观的：在一平方米面积上的太阳能就有一千瓦特，而宇宙射线送到我们地球来的总能量，也不过同夜晚的星光那样微弱。因此，把宇宙射线作为一种天然能源加以利用的念头，在今天，只不过是一种幻想而已。

有人可能早在考虑着另外一个问题了。宇宙射线粒子能量如此之大，穿透能力又如此之强，那么，它会不会对人的健康产生影响呢？这一个问题也许是许

多人最为关心的。自从人类跨进原子时代以来，由于放射性物质的出现和广泛应用，各种原子武器的爆炸成功，使人们逐渐了解到一些射线方面的知识，知道射线是种很厉害的东西。比如，用放射性同位素的射线照射人体上的肿瘤，可以杀死癌细胞，使肿瘤缩小；原子武器爆炸时放出的射线，可以对人体产生严重的损害，等等。因此，有人一听到射线，就谈虎色变，感到十分恐惧。其实，射线并不都是对人体有损害作用的。生物研究表明，射线对人体的影响，主要取决于射线照射的量。当人体受到过量的射线照射时，体内细胞会发生变异或者受到伤害，引起某些部分机能失常，造成比较严重的后果。可是，当射线照射量很小时，却不一定能引起人体内细胞的变异，即使有一些细胞产生了变异甚至受到伤害，在正常生理的新陈代谢过程中，完全能够自然地恢复。我们已经说过，宇宙射线的照射量很小，所以，它对人体的影响是微不足道的。事实上，亘古至今，人们每天都受到宇宙射线的照射，还从未发现过因此而患病的。请注意，我们这里谈的只是限于地面上的情况，如果到高空及星际空间中情况就不同了。那里的宇宙射线粒子不仅能量大，而且射线强度* 也大，因此，很容易

* 宇宙射线的强度是指单位时间内穿过单位面积的粒子数目。

引起所谓辐射损伤效应，这对从事高空飞行和宇宙航行的人来说，是一个很大的威胁。关于这个问题，后面我们还要谈到。

人们都知道，日光出自太阳，而能量巨大的宇宙射线是从哪儿发射出来的呢？这个问题，从宇宙射线发现的那天起，科学家就曾提出过种种的假设和猜测，也有不少的科学家在实验上一直跟踪某些可疑的线索，但是迄止今日，人们还没有找到宇宙射线的“家”。这样，宇宙射线俨然成了来历不明的不速之客——奇怪的“天外来客”变得愈加奇怪了。



到微观世界去

二十世纪，物理学以空前未有的速度向前发展着，它在挣脱了旧日经典概念的束缚之后，长驱直入地进入了微观世界。

微观世界是组成物质的各种微观粒子“生活”和“居住”的地方。这是一个肉眼看不见的秘密世界。物质变化多端的特性，同它有着千丝万缕的联系。可是多少世纪以来，它却一直游离于人的感觉之外，过着“与世隔绝”的寂寞生活。只是在几十年前，物理学家才在实验中找到了它，并渐次打开了它层次重迭的结构。微观世界的内幕一揭开，立即把人们引进了一个无比诱人的新天地，它那与宏观世界迥然不同的现象与规律，它那大得难以计量的能量储备，都

