



20世纪物理学——人类的骄傲

汤 拒 非

再过七年，人类就要告别 20 世纪。在这 20 世纪的近百年中，尽管人类社会天灾不断、战祸频仍，物理学仍然获得了蓬勃的发展。它的建树之高，植根之深，应用之广，覆盖之远，是空前的。我们不可能用简短的篇幅把它的成就罗列出来，但根据它所研究的对象和获得的基本规律，可以把它的成就归纳为以下几个主要方面：

1. 发现和研究了五个层次的物质系统，它们是：①原子分子系统，②原子核系统，③夸克系统，④轻子系统，⑤宇宙系统。

上述五个系统还可以更简单地概括为微观和宏观两个体系。微观包括①—④系列，而宏观指的是⑤，即宇宙系统。它当然也包含了像恒星、行星这样的子系统，但这些子系统的研究从上几个世纪就已经开始，这里指的主要是把宇宙作为一个整体来研究的内容，例如宇宙的膨胀(大爆炸)，宇宙的年龄，以及宇宙的发展(黑洞的形成)等方面。另外像凝聚态这样一个内容丰富而又应用非常广泛的部分，我们把它放在原子分子体系之内。

2. 发现和研究了物质系统内部的相互作用，确定了四种相互作用是迄今为止最基本的物质相互作用，它们是：①引力作用，②电磁作用，③强相互作用，④弱相互作用。虽然①—②在本世纪以前就有所发现，但本世纪对它们提供了最新最本质的解释。

3. 发现了支配物质运动的两大基本规律，即：相对论原理和量子力学。

以上三个方面的成就，是近百年来，经过众多的先行者，反复曲折的探索才得来的。下面我们就此作一些简要的叙述。

1911 年，为了解释氢原子的发光机制，N. 玻尔首先从理论上阐入了微观世界，开创了原子分子理论的先河。但是他所持的理论，最初并不是完全正确的。经过了众多人的努力，历时十余年，终于创造了量子力学的完整理论。这个理论是如此奇特，以致人们可以根据它来划分宏观和微观两个世界。在微观世界的领域内($\leq 10^{-7}$ cm)，经典力学是不适用的，但是由微观到宏观有一个连续的过渡，通过这个过渡区，量子力学的规律，转变到经典力学的规律。原子分子理论的应用，对化学、生物学、电子学带来了革命性的影响。例如，现今一些半导体材料的制备，常常是在原子分子水平上进行的，而分子生物学、量子化学则已分别构成生物和

化学方面的基础学科。

以居里夫人为首的对物质放射性的研究，使人类认识了物质存在的另一个层次——原子核。对这个领域的研究没有出现新的力学规律，但难度却大大地增加了。因为由中子和质子组成的这个系统，属于强相互作用，而作用的程长又是很短的($\approx 10^{-13}$ cm)。幸运的是对原子核的研究使人们获得两种新的能源：原子核的裂变和聚变。原子弹的制成，反应堆的出现，以及原子能和平利用的成功，使人类在运用自然规律方面达到了一个新的水平。

由于高能物理的发展，人们对于 60 年代以前一段时期的所谓基本粒子产生了新的看法。特别是对于所谓的强子(中子质子以及诸共振态)，认为可能是由更基本的粒子组成的。这就是后来所谓的夸克理论。与此同时中国也出现了几乎相同的理论，而把这种更基本的粒子定名为层子。中国的理论没有能够进一步发展，而在西方，由于杨-Mills 场的引入使夸克理论获得了长足的进展，建立了量子色动力学，欧洲和美国竞相建造高能对撞机，以研究这新一层次的物理——夸克层次的物理学，这导致许多新的重大的发现，如 J/ψ 粒子的发现， W^\pm, Z^0 粒子的发现等。不过，夸克层次的研究还远未完成，还需要更多的理论和实验的研究。

轻子系统的研究比强子更早，最初的对象主要是光子，电子。随后发现了 μ 轻子， τ 轻子，以及与它们相应的三种中微子(ν_e, ν_μ, ν_τ)，轻子系统指的就是这些粒子和它们的反粒子。50 年代后半期，轻子研究中一个重大的进展是宇称不守恒的发现，这一发现大大地推进了人们对轻子的认识。十年以后(1967年)，又出现了所谓的“标准模型”。这个模型把轻子的电磁相互作用和弱相互作用统一起来，统一的基础是规范场，这样，轻子系统便分为三代(e, ν_e), (μ, ν_μ), (τ, ν_τ)，它们各自服从标准模型的统一机制。奇怪的是为什么这些都由原始轻子场(无质量)与规范场相互作用，经过 Higgs 场的自发破缺机制演变出来的粒子，会有三代的区别。而 Higgs 粒子至今仍没有在实验上获得证实。除了上述的问题之外，标准模型确实获得了重大的成就。例如，它所预言的粒子(W^\pm, Z^0 粒子)都已经发现，它的成就甚至在推广到夸克理论方面也是成功的。

再看宏观方面的宇宙这个层次，由于广义相对论在理论方面的突破，人们有了可能去讨论时空框架下

整体宇宙的模式。红移和 Hubble 定律的发现,表明我们的宇宙是一个膨胀的宇宙。3K 辐射的发现,证明了大爆炸理论的成功。今天,广义相对论所预言的黑洞,也已在天体观测者们的搜索之中。这些都说明本世纪在天体物理和宇宙论方面所达到的深度和广度,那是哥白尼、伽里略、牛顿时代所不能比拟的。

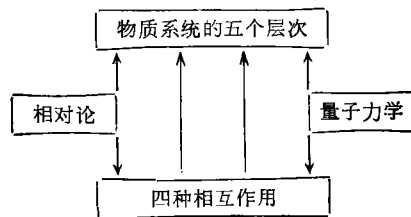
上述关于物质存在的五种结构形式,是本世纪物理学所跨越的五个层次,这大大地丰富了人类的世界观和宇宙观。这是百年以前人们所无法想象的。对这五个层次的划分,并不是简单的以它们的大小来区别的,更本质的是它们的相互作用。例如,在宇宙这个层次上,最重要的是引力相互作用,在原子分子这个层次上,最主要的是电磁相互作用,在原子核和夸克这两个层次上,最主要的是某种强和弱相互作用,而在轻子这个层次上,主要是弱和电磁相互作用。这样,人们在研究物质存在的五种结构层次的过程中,也就认清了相互作用的四种基本形式。

关于轻子系统,有一点非同寻常。就是在这里出现的“标准模型”与以往任何一个模型不同,它使参与模型的粒子“前”“后”发生了“质”的变化,这是通过“自发破缺”来完成的。由于自发破缺效应,原来质量为零的费米子和玻色子变成有质量的粒子。不仅如此,它还使规范场的耦合常数发生改变,变为电磁相互作用常数和弱相互作用常数,这已经是把“化学变化”引到物理模型中来了。如果这种“化学变化”在以后的物质结构的层次中继续以某种形式发挥作用的话,则物质结构的进一步发展,也许不再是沿越来越小的方向深

入,而是另一种花样翻新的景象了。这有待于下一个世纪研究的进展。

对五个层次中物质运动的深入研究所获得的两大规律,即相对论和量子力学规律,自然是本世纪人类所获得的最伟大的科学成果。由于它们的抽象远非通常经验所遵循的途径,以至某些结论似乎为常理所不容。因而在创立之初,引发了激烈的论战,这是很自然的,事实上它们是十分严密而精确的科学理论。既适用于微观过程,也适用于宏观过程;既适用于高速运动,也适用于低速运动。

现在,我们可以用如下的图表来表明今天人类对物质世界及其运动基本规律的认识。



这可以算是最简略的一种概括。

最后应当提到,人类的科学活动是一种有长远效益的行为。越是重大意义的发现,它的效益滞后时间可能越长,从居里夫人发现物质的放射性到原子能发电站的建成,足足花了半个多世纪的时间。这是一个很明显的例子,我们应当有远见卓识,对于物理这样一门影响巨大的学科,不可目光短浅,等闲视之。

(作者:中国科学院研究生院,北京 100039)

(上接第 5 页)

分为几种类型:气爆型、炸弹型、管型、扬声器型、频率相减型等,其中又以气爆型和炸弹型最为引人注目,所谓次声枪和次声弹实际上就分别属于气爆型次声武器和炸弹型次声武器。

次声武器——无声的武器,必将成为未来兵器家族中新的出色成员。

当然,任何武器都不是没有缺陷的,也不是不可战胜的。由于次声武器需依赖空气等媒质进行传播,因

此密闭隔绝式的工事和武器装备就可以有效地防止次声武器的侵害。

* * *

高科技的未来武器往往从诞生之日起就与物理学结下了不解之缘:物理学的发展蕴育了一大批高科技群体,促使高性能未来武器的诞生;未来武器的应用给物理学的发展创造了条件,未来武器的使用局限性又给物理学提出了新的研究课题。随着未来武器攻与防的对抗,物理学将会不断地发展。

[306—730⑨] 斥力在宇宙学中的应用

物理学类 冯天岳著

32 开 58 千字 84 页 平装 定价 2.90 元

1994 年 1 月出版 ISBN7-80554-206-6/N·1

自从爱因斯坦提出宇宙斥力之后,在宇宙学中开辟了对斥力的研究。本书给出斥力的计算公式和斥力常数的数值。应用斥力建立起后星系宇宙模型,从而解释了类星体的高红移;计算出类星体哈勃图中的拟

合曲线。并且预言类星体的红移值不大于 8。附录给出使用袖珍程序电算器的详细计算方法和全部数据,读者可自行验算。

读者对象:理工科大专学生。