

高能物理简介

主讲：贵阳师范学院付教授 王德懋

贵州省科学技术协会

一九七八年九月

高能物理简介

在全国科学大会上，方毅付总理在报告中提出了《一九七八年——一九八五年全国科学技术发展规划纲要（草案）》，并谈及了在八年规划纲要中所提出的科学技术工作八年奋斗目标和八年规划纲要所包含的具体内容。方毅付总理指出：“八年规划纲要（草案）要求把农业、能源、材料、电子计算机、激光、空间、高能物理、遗传工程等八个影响全局的综合性科学技术内容，重大新兴科学技术领域和带头学科放在突出的地位，集中力量做出显著成绩，以推动整个科学技术和整个国民经济高速发展”。由此可见，高能物理是八年规划纲要中所提出的影响全局的八个重大方面之一。今天，我们准备对“高能物理”这样一个影响全局的带头学科的有关情况作一些简单介绍，主要想谈一谈这样几个问题：①什么是“高能物理”？②它的有关研究工作包括那些主要内容？③开展高能物理研究工作有什么战略意义？现在就先来谈第一个问题。

一、什么是“高能物理”？

简单说来，高能物理是物理学中的一个分支，它是近一二十年来才迅速发展起来的一门新兴学科。它所研究的对象是微观世界中最小最小的所谓“基本”粒子。它是当代自然科学发展中的最为活跃的前沿科学之一。它是一门基础科学。

大家知道：物理学是研究物理运动最普遍最基本的规律的科学，它的内容涉及范围很广泛，分支很多，不能一一列举，简略说来除了一般熟悉的力、热、声、光、电等几大部分外（中学物理中的主要内容）进入二十世纪以后，随着科学的发展，人类对物质结构的认识逐步深入，在微观的领域中，又相继出现了原子物理学，原子核物理学，以及“基本”粒子物理学等重大的分支。最后一个分支——“基本”粒子物理学又称为高能物理学。

从物质内部结构的角度来看，我们知道：任何物质都是由分子所构成的。换句话说，如果我们把某种物质无限细分下去，直到它仍然保留原来性质为止，这样所能达到

的最小界限，就称为该物质的分子，例如粉笔、木材、水……等都有它的最小的组成单位，称为它的分子，也就是说，任何物质都是由大量的相同分子所组成的。由此可见，分子的种类是很多的，世界上存在有多少种不同的物质，就有多少种不同的分子。分子的种类应该是千千万万。

以后，人们发现将分子进一步再细分下去，也是可能的，但是第一，物质的原来性质不能再保留了，将要发生变化。例如一个水的分子，就可分为两个氢的原子和一个氧的原子。分开以后它们就不再具备水的性质了。第二，要把分子分开，不能用物理的机械的方法，必须用化学的方法，因此，将几种不同分子分开为不同的原子，然后再重新组成新的分子，得到性质不同的新物质，这都叫化学变化，所有这些都属于化学研究的范围。随着化学的发展，人类逐渐认识到：分子是由原子所组成的，分子有千千万万不同的种类，但原子的种类却不多，只有一百另几种，其中天然存在的有92种，其余十多种则是由人工制造，在实验室中得到的，这一百多种不同种类的原子，就相当于一百多种形状不同的“砖头”，利用它们的不同组合就可以建筑成各种各样的不同物质（相当于各种建筑物）这些原子“砖头”，从质量来看，有轻有重。最轻的是氢气的原子，叫氢原子，重的是铀、镭等元素的原子叫铀原子，镭原子等，可以比氢原子重二百多倍。例如原子弹中用的原料 U^{235} ，它的质量就约为氢原子质量的235倍，或者说它比氢原子约重235倍。

生物学中研究的对象也不例外，比如生物学中研究的细胞，由细胞核，细胞质，细胞膜组成。但进一步细分，细胞质，细胞核，细胞膜又由若干不同的分子所组成，如遗传工程中常提到的脱氧核糖核酸，就是其中的一种大分子的名称。这些分子仍然是由上面的一百多种原子“砖头”组成的。目前，生物学的发展已由过去研究细胞核，细胞质，细胞膜的时代，进入到研究分子的新时代，出现了分子生物学，分子遗传学等新兴学科。

总之，从物质结构的角度来看，十九世纪时，人们的认识是：“物质由分子所组成，分子由原子所组成”。当时带有普遍性的看法是“原子是组成物质的最小单位，它是不可再分的。认为原子是人类对客观物质认识的最小极限〔大小为 10^{-8} 厘米（埃）〕。这样的认识当然是错误的，随着科学的发展，它已完全被否定了。

到了十九世纪末叶（1897年）汤姆逊发现了电子，1911年卢瑟福根据实验，提出了

原子的内部结构的模型,称为卢瑟福行星模型。认为原子内部有两种主要成份,一是带正电的质量很大的原子核,它处在原子的中心,它集中了整个原子的99.9%的质量,大小只有整个原子的几万分之一(核大小为 10^{-13} 厘米— 10^{-12} 厘米,原子大小为 10^{-8} 厘米,)另一种成份是带负电的质量很小的若干电子,它们围绕原子核运动。一个原子就好像一个太阳系,质量很大的原子核在中心,相当于太阳。周围很空旷的空间中,有几个电子围绕着它运动,相当于太阳系中的行星。氢原子最小,它只有一个电子和一个较轻的原子核;铀235原子有九十二个电子和一个在中心的重原子核。每个原子中的原子核所带的正电刚好与周围电子所带负电的总和相等,因此,原子总的说来都是中性的。

这一行星模型的比拟,严格的说,是不恰当的,特别是电子在原子核周围的运动,按照量子力学的理解,它具有波动性质,与宏观质点的轨道的运动有着本质上的不同,并不像行星绕太阳运动那样简单,电子的运动状况与太阳系中的行星的运动状况是根本不同的。但是这种模型如果仅从说明原子内部的两种成份和它们之间的相互关系的角度来看,还是可以帮助参考的。

原子有内部结构,在这一认识的基础上逐渐发展形成了研究原子内部运动变化规律的学科——原子物理学。

以后,人们发现了质子和中子,并认识到它们就是组成原子核的两种成份,又把它们统称为核子。所有原子核都是由不同数目的中子和不同数目的质子组成的,如铀235的原子核含有92个质子和143个中子,氢原子核含有二个质子和二个中子,最小的氢原子核只含一个质子等等。研究原子核内的运动变化规律以及核力的性质等内容的学科称为原子核物理学。随着原子核物理学研究的发展,人们找到了获得原子核能量的途径和方法,从而有了原子弹、氢弹,并出现了原子能的利用。

从对原子内部结构的认识到对原子核内部结构的认识,人类对物质世界的认识过程又深入了一个层次。此外,上面提到的组成原子的电子和组成原子核的中子和质子,我们又统称他们为“基本”粒子,其中电子的质量最小,为 9.1×10^{-28} 克,带有负电,其电量为 4.8×10^{-10} 静库(或 1.6×10^{-19} 库仑)。如果以电子为标准,质子的质量为电子质量的1836倍,带有与电子所带电量大小相同而符号相反的正电。中子质量与质子差不多,为电子质量的1839倍,但它不带电,以后又不断发现了一些其他粒子,例如组成电磁波的光量子,或称光子。又如质量与电子相同但带有正电的相同电量的正电子,还有中子

衰变时产生的质量很小的中微子、反中微子以及反中子、反质子等反粒子。以后在实验中又发现很多质量介于电子和质子之间的粒子，简称为介子。如 π 介子、 η 介子、 k 介子等，还发现一些质量超过中子、质子的粒子，简称为超子或重子，如 Σ 超子， Λ 超子、 Ξ 超子、 Ω 超子等，都用希腊字母来标出，加以区分。所有这些粒子，统称为“基本”粒子。到五十年代发现的基本粒子数目已达三十多种，（都属于基态粒子，寿命为 $10^{-8}-10^{-10}$ 秒）。六十年代以后由于高能加速器的建造成功，在实验室中发现了大批寿命极短的共振态粒子（ $10^{-23}-10^{-24}$ 秒），到目前为止“基本”粒子的总数已达三百多种。“基本”二字就含有最后的不可再分的意思，严格说来这是不恰当的。事实上，这些所谓的“基本”粒子是不是还可以再分？他们是不是还有内部结构呢？对于这个问题毛主席早就提出了“基本粒子是无限可分的”这一哲学思想。认为人类对自然界的认识是无止境的，“基本”粒子应该是有内部结构的。科学发展的结果证实了毛主席这些光辉思想。近一二十年来发展起来的高能物理学，就是研究这些“基本”粒子内部结构及其运动转化规律的一门新兴科学。这是对物质微观结构更深入一个层次的研究，它是当代自然科学基础理论研究的前沿学科。

为了研究这些非常微小的粒子的内部结构，我们采取些什么办法呢？1911年卢瑟福在研究原子内部结构时采用了 α 粒子散射的办法，为我们打开了一个先例，就是用另外一种具有一定能量的粒子（称为炮弹）去轰击所要研究其内部结构的对象（称为靶子）然后观察炮弹打入内部后所引起的一系列变化，这样就可研究对象（靶子）的内部结构了。要能打入靶的内部，并引起变化——有的甚至把靶打成碎片——这个炮弹就需要具备一定的能量。能量低了就不行。一般说来，被打的粒子越小，炮弹的能量就要越大。在物理学中，粒子的能量大小，常用一种叫电子伏的单位来量度。一个电子伏的能量，指一个电子通过一伏的电势差后所增加的动能（如电池是1.5伏，工厂的电220伏，高压线一千多伏至几万伏），因此，如果它通过的是一万伏的电势差，就可获得一万电子伏的能量了。研究原子的时候，需要的能量比较低，通常用十多个电子伏的能量就可把原子最外层的一个电子打掉，使原子“电离”，几万电子伏的能量可打掉内层电子得到X射线，所以常把原子物理叫做“低能物理”。当深入到第二个层次，研究原子核时，需要的能量就比较高了，要使原子核变革，比如要从原子核中打出一个质子来，大约需要炮弹具备八百万电子伏的能量。所以一般又把

原子核物理叫做中能物理。最后，再深入到第三个层次，要研究“基本”粒子时，所需要的能量就更高了，它比变革原子核时需要的能量要高几千倍。（甚至还要更高）。所以人们常把基本粒子物理学又叫做“高能物理学”。从能量大小看，一般均在几十亿电子伏（京电子伏）以上。大致说来，能量在百万（兆）电子伏以上，十亿（京）电子伏以下，称为中能；十亿（京）电子伏以上则称为高能。

二、高能物理研究工作包括那些内容？

高能物理的研究工作是一项大规模的科学实验活动，它主要包括下面三个内容：即高能加速器，高能物理实验和理论研究工作。下面先谈第一个内容

（一）高能加速器

由上所述，为了研究“基本”粒子的内部结构，需要能量很高的粒子作炮弹。如何才能获得这些高能粒子呢？可以有两种途径：一种是天然存在的高能粒子，那就是从宇宙射线中得到的。我们知道天空中不断地都有各种不同能量的粒子射入地球大气层中。对于这些粒子我们统称为宇宙射线。说明他们来自宇宙。对于宇宙射线的起源问题，说法很多，目前还没有完全的定论。但是对于他们的成份，则已很清楚了。主要成份是氢核（质子）约占百分之九十，其次是氦核（ α 粒子）约占百分之九，其他各种原子核共占百分之一， γ 射线和电子又在各种原子核中，占他们的百分之一（即占总的万分之一）。从能量的角度看，这些粒子有能量小的，也有能量大的。能量最大的粒子可达 10^{21} 电子伏（世界上，人工加速器能产生的高能粒子，最大能量是5000亿电子伏，只有 10^{11} 电子伏数量级）。但是宇宙射线中高能粒子的数量极少，能量越高，数量越少。要发现他们，存在着很大的偶然性，因此无法加以利用。获得高能粒子的另一个途径，是高能加速器，这是人工的办法。从高能加速器中得到的高能粒子（主要是质子和电子）数量多，能量大小一致，而且还便于调节控制。因此，高能加速器已成为开展高能物理研究工作必不可少的实验手段。

高能加速器为什么能够产生大量的高能粒子呢？简单的说来，它是利用电场可以加速带电粒子，使它得到能量的这一简单原理来制成的。因此它所加速的都是带电粒子（质子或电子），比如质子带有与电子电量相等的正电荷，它通过一伏电势差空间后，也得到一个电子伏的能量。如果我们在一端抽成真空的长玻璃管中，放入两段金

属管，使他们之间离开一个缝隙，在两金属管间加上一个1000伏的电势差，并使第一管的电势高于第二管的电势。在两管缝隙间就出现一个电场，我们称之为加速电场，注入质子，使它从第一管出来经过电场再进入第二管，这样它就可以获得1000电子伏的能量了。同样的道理，如果再加上第三个管，在第二和第三管之间出现第二个缝隙，改变电场，使得质子从第二管出来时，第二管的电势比第三管的高出1000伏，则质子又得到加速，能量就可增加到2000电子伏了。这样再继续下去，设计好各节管子的长度，计算好质子经过各管中需要的时间，加上适合的交变电场，使得每次都恰好从电势高的管到电势低的管，质子恰好得到加速，那么粒子的能量就可越来越大。这就是质子直线加速器的简单原理。为了得到高能量，除了提高每次加速用的电势差外，还要增加加速的次数，这就需要占用很长很长的空间。为了节省空间，需要人们再想其他办法。从电磁学中我们就知道运动的电荷在磁场中要受到一种使它改变运动方向的力的作用，我们称它为洛伦兹力，如果在垂直方向上加上磁场，就可使带电粒子不走直线而沿着某一定大小的圆弧运动。这样，只要磁场的大小和粒子的速度大小配合得好，就可以使粒子老是沿着一个圆形的轨道运动。如果把加速管做成环形，比如把一个圆环分为四段，中间就有四个空隙处可以加速，则粒子绕一转就可加速四次，绕十转就可加速40次。这样得到的就是环形加速器。这里要求电场的变化，磁场的变化都必须精确地按设计的要求变化，必须这样才能得到预期的效果。目前世界上已建成的高能加速器，最大的一台其主加速器分为两个部份，其中直线部份长四公里，环形部份的直径有两公里多，粒子（质子）先经过直线部份加速，然后再进入环形部份最后出来的质子能量可达五千亿电子伏。不难想象这样庞大的设备，单从产生磁场所需要的磁铁来说就应该是若干万吨矽钢的问题，其他的材料就更不用说了。

由此可见，高能加速器的建造，是一项规模宏大，技术复杂的高精尖工程，它需要很多工业部门的相互配合。它既代表着一个国家的工业水平和科学技术水平，同时通过它的建造也能促进和推动各方面工业和科学技术水平的迅速提高。它给许多工业部门提出了新的课题。因而可以促进比如特殊磁性材料，磁铁技术，大功率高频技术，大规模低温超导技术，超真空自动化控制等等新材料、新设备、新技术的发展。

还必须指出：高能加速器建成以后，它的用途也是多方面的，除了用它产生的高能粒子作炮弹，可以用来变革“基本”粒子进行“基本”粒子内部结构的研究外，还有

很多其他重要用途，而且这些用途的范围还在不断扩大。比如高能电子环形加速器提供的强光源，可供分子生物学、量子化学、固体物理等的研究使用；加速器也是发展超大规模集成电路的有力手段；加速器产生的强中子束，可用于国防上材料结构分析和探伤的研究。还有的用它产生的强流负 π 介子治疗癌症，据说有较好的疗效。此外，不少国家还正在开展用高能重粒子加速器给受控热核聚变反应点火，用强流质子加速器生产钒质核燃料等方面的探索研究工作。

按照我们国家的规划，在华主席和党中央的亲切关怀下，我国第一台能量为三百亿电子伏到五百亿电子伏的高能环形质子同步加速器的预制研究工程，今年五月份已在北京动工兴建。在高能物理实验中心工程指挥部领导下，十几个部、委、几百个科研单位、高等院校和工厂团结一致，协同合作。这是我国科技界的一个重大喜讯，它标志着我国高能物理的研究进入了一个新的发展阶段，这项现代化科学工程的建设，将促进我国一些新材料、新技术、新工艺的发展，从而带动我国工业水平的提高。它将为原子核物理、化学、生物学和医学等基础科学的研究和国民经济、国防建设的应用研究提供有力的手段，并可以培养大批科学技术人材，推进我国四个现代化的进程。

按照八年规划纲要的要求，我国在十年内要建立一个现代化的高能物理实验的基地，前五年建立一台能量约三百亿—五百亿电子伏的质子加速器，后五年建成更高能量的大型质子加速器，这个基地的建成，将使我国高能加速器和世界先进水平的差距大为缩短，并将带动许多科学领域和工业技术的发展。

另一方面对于低能加速器的建设和应用，也应给予足够的重视，加速器的种类很多。从加速粒子所得能量的角度看，有高能加速器、低能加速器等名称。从被加速的粒子的种类看，有质子加速器、电子加速器和离子加速器等。从形状看有直线型加速器和环形加速器等，大约共有二十多种，目前世界上运转着的加速器有几千台，其中绝大多数都是供工农业生产及医疗上使用的低能加速器，供高能物理用的高能加速器为数是不多的。对于所有这些加速器，八年规划纲要中提到要“积极开展加速器在工业、农业、医学等方面的应用研究，注意可能具有重大应用前景的课题的探索”。

以上是对高能加速器的简单介绍，下面再谈第二个内容：

（二）高能物理实验

有了高能加速器，即可获得高能粒子。利用这些高能粒子作炮弹以轰击“基本”

粒子即可进行一系列的高能物理实验的研究工作。

在高能物理实验中，需要一系列精密的仪器以对这些粒子以及他们在撞击后所引起的一切变化（比如产生一些新的粒子等）进行观察和测量。这些仪器，我们统称为探测器，离开了他们，高能物理实验工作是无法进行的，因此他们的建造与高能加速器的建造是同等重要的。他们的建造也涉及一系列高、精、尖的内容。涉及各种工业部门各种新材料、新技术的问题，目前，常用的探测器有很多种。大致说来可以分为两大类：一类是纪录粒子数目用的叫计数器。另一类是显示粒子运动轨迹用的叫径迹探测器。作为一个例子，我们简单介绍一种叫氢气泡室的径迹探测器。在这种仪器里面装满了液态的氢，它必须放在极低的温度环境下（要在摄氏负246度以下，否则氢就要变成气体了）。当有高能粒子通过时，在粒子经过的地方，可使液氢蒸发成一些小气泡。一连串小气泡连起来，就可显示出粒子经过的路径，形成径迹，可以经过自动控制的照相机拍摄出这些径迹的形状。然后从照片上径迹的长短、粗细等即可判别粒子的种类以及它的能量的大小，寿命的长短等性质。总之，探测器的种类很多，各有不同的用途，根据的原理也各有不同。一次实验，需要很多探测器的相互配合，近年来随着高能加速器的发展，高能探测器的规模也越来越大了，新的探测器不断出现，而每种新型探测器的出现，都带来了基本粒子领域的重大发现。

在高能物理实验中，实验数据的测量和分析处理的工作量是非常浩大的，例如一次100亿电子伏 K^+ 介子实验，就得不行息地在气泡室中拍摄150万张照片。在如此大量的照片中，还要把有意义的事例照片一张一张挑选出来，再进一步分析它们是什么反应，为了完成这样繁重的分析工作，人们还需要采用高速电子计算机和大量的自动测量仪表。

由于高能物理的研究工具都是一些大型设备或大型综合性工程，所以高能物理又有“大科学”之称。事实上它是用大型的仪器研究极小的对象的科学。

（三）理论研究工作

在实验工作所得结果的基础上，人们对于“基本”粒子的知识逐渐丰富起来，借助数学工具，开展了大量的理论研究工作，随着高能加速器的发展和高能物理实验的发展，理论研究工作也在不断地发展。

对于这三百多种“基本”粒子，他们都各有不同的特性，这些性质除了质量，电荷，

及寿命长短外，还有一些其他重要性质，例如，由于这些粒子都像小陀螺似的不停地旋转着，我们把表征这个旋转性质的物理量称为自旋。除自旋外，还有如奇异数，同位旋等其他重要性质，我们就不一一介绍了。根据他们各方面的不同性质，人们对各种基本粒子的认识，就逐渐有了更为丰富的知识。在这样的基础上，人们对他们进行了分类，一般都把基本粒子划分为四个大类，即（1）光子类，只包含光子一种粒子。（2）轻子类，包括电子在内。（3）介子类。（4）重子类，包括中子、质子和各种超子。而后两类，又常合称为“强子类”这是因为这些粒子都参与强相互作用，所以称为强子。

什么叫强相互作用呢？早在原子核物理的研究中，人们就已发现：自然界中存在着相互作用力，共有四种。除过去已经熟知的万有引力和电磁作用力之外，还存在着两种过去不知道的作用力，他们作用的范围都很小，都称为短程力。他们中的一种，是在原子核 β 衰变时的相互作用力，这种作用力比电磁作用力弱，被称为弱相互作用力，另一种作用力是把质子、中子拉在一起以结合成原子核的作用力，它比电磁作用力强，被称为强相互作用力。强作用力、电磁作用力、弱作用力和万有引力，四者之间的相对强度比为 $1 : 10^{-2} : 10^{-14} : 10^{-40}$ 。上面提到的介子类和重子类的粒子都参加强相互作用、或者说他们都是通过强相互作用而产生的，所以统称为强子，六十年代后发现的大批寿命极短的共振态粒子，也属于强子这一大类。

总结实验的结果，人们已逐渐认识到强子是可以再分的，他们是有内部结构的。关于这方面的理论最早出现的是费米—杨振宁模型。（美籍中国物理学家如杨振宁、李政道、吴建雄、丁肇中都是研究高能物理的。）它是1949年提出的，以后经过坂田模型的发展最后出现了盖尔曼和兹维格的“夸克”模型，他们认为组成各种强子的基础成分有三种粒子，它们多带有分数电荷（为电子所带电荷的一部分），其性质如下表：

	u 夸克 q_1 (上)	d 夸克 q_2 (下)	s 夸克 q_3 (奇)		反粒子 $\bar{q}_2$	$\bar{q}_3$
电荷 (Q)	$\frac{2}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
(S) 奇异数	0	0	-1	0	0	1

按照这一理论，一切重子都由三个“夸克”组成如

质子($q_1 q_2 q_3$) 中子($q_1 q_3 q_3$) Λ 粒子 ($q_1 q_2 q_3$) …等，一切介子都由两个“夸克”

所组成,如 $\pi^+ (q_1 \bar{q}_2) \pi^- (q_2 \bar{q}_1)$ 根据这一理论,1974年以前发现的所有基本粒子,用三种“夸克”组成的理论,都可得到合理的解释。另一方面1965年,我国基本粒子理论组的物理学者们又提出了“层子”的理论,认为基本粒子由更深入一个层次的粒子所组成,因此称之为“层子”,这一“层子”模型与国外的“夸克模型”,基本上是相似的理论。他们认为强子都由“层子”所组成,“层子”可能有三种,都带分数电荷,也可能有九种,都带整数电荷,而且认为层子的质量很大(它们结合成强子时,由于结合能引起的质量亏损很大,因而结合后的质量变小了)。我国云南宇宙线站的大型磁云室中,曾发现过一个质量很大的粒子,质量大约是质子十多倍,估计可能就是带整数电荷的层子,很受国内外的重视。可惜只发现这一个例子,还不能作为充分依据。

1974年10月美籍中国物理学家丁肇中在布鲁克海文实验室发现了一种新粒子——J粒子(也称 Ψ 粒子),静止质量为3105MeV,大约是质子的三倍多,它的平均寿命是 10^{-20} 秒比一般共振整粒子的寿命约大一千倍,为了解释这一粒子,必须要在三夸克理论[SU(3)理论]的基础上,再增加一个夸克(称为粲夸克)这就称为四种夸克的理论[SU(4)理论],J粒子应是粲夸克和反粲夸克所组成的粒子,按照这一理论预言了还应该出现一些与粲夸克有关的新的粒子,以后实验果然发现了由理论预言的几种新粒子。

1976年7月又发现了一种 Υ (读为upsilon)新粒子,质量为J粒子的三倍,为了解释这种新的粒子,还应再增加一种夸克,称为底夸克(或顶夸克),因此进一步出现了五种夸克(上、下、奇、粲、底)的理论。

夸克理论虽然取得了很大的成功,它在基本粒子分类方面,在强相互作用,弱相互作用和电磁相互作用方面的研究中,都取得了巨大的成功。然而却存在着一个很突出的问题,那就是自从夸克模型提出以来,全世界所有大型加速器和各种精密的观测仪器都在寻找着独立存在的夸克,十多年来的努力,直到今天仍然是毫无结果。也就是说夸克这种粒子至今仍未在实验室中找到过。因此,这种理论还不能说已经得到最后的确证。

以上所述的理论,还只涉及强子的内部结构问题,至于“轻子”的结构问题,还根本没有涉及。另外,对于几种相互作用力的性质和具体机制有的也未完全得到解决。还有人提出:这些相互作用是否可以统一在一个理论之中的想法,所有这些问题

目前均未出现重大的突破。因此大量的理论工作还需要继续探索和研究。

三、开展高能物理研究工作有什么战略意义？

开展高能物理的研究工作，不但可以使人们对自然界的认识更为深化，而且还将促进和带动其它许多基础学科的发展，促进和带动工业和科学技术水平的提高，上面对此已经谈得很多了，这里就不再重复。

除此之外，开展高能物理的研究工作，还有着更为深远的战略意义。因为从历史上看，在人类对物质结构不断深入的研究过程中，人们发现，每当深入一个新的层次，基础理论有了重大突破时，都必然给生产和技术带来革命性的重大变革，引起技术革命，最后带来科学技术的突飞猛进。例如十九世纪末，二十世纪初，当人类深入到物质微观结构的第一个层次——原子内部以后，就产生了电子学，固体物理学，半导体物理学，从而为晶体管，集成电路和激光的理论，开辟了道路，导致电子计算机，自动化，激光等新的技术的出现。以后当人们进一步深入到物质微观结构的第二层次——原子核内部时，一开始很多人都无法看出它的实际应用价值就连著名物理学家卢瑟福也不例外，他认为人类在任何时候都不可能利用原子核中的能量。那知，他死后不到两年，人们就发现了原子核的裂变现象。不久人类就有了原子弹，氢弹；又出现了原子核反应堆，原子能发电站及核动力船舰等，导致了放射性同位素在工业、农业、医学上的广泛应用，还出现了受控热核聚变反应一旦研究成功，即可彻底解决能源问题的光辉前景。不难想像，开展高能物理研究工作，深入物质微观结构第三层次——基本粒子的内部结构，如果在理论上出现突破，将会对生产力的发展，对新学科，新技术的发展带来无法估计的巨大推动作用。因此，从长远的战略的观点出发，为了迎头赶上世界科学技术先进水平，我们必须大力开展高能物理的研究工作，建立自己的高能加速器培养自己的有关实验方面的和理论方面的大量科学研究人材，只有这样，才能迎头赶上世界先进水平，实现四个现代化；这就是开展高能物理研究的战略意义之所在。

今天就简单介绍到这里，错误的地方，希望批评指正。

（一）

（二）

（三）

（四）

（五）

（六）



020508

0.15