

寻找轴子的实验现状

张家铨

(中国科学院高能物理研究所)

一、引言

从微观到宏观的所有自然现象都可以归纳为四类相互作用,即引力相互作用、弱相互作用、电磁相互作用和强相互作用^[1].这四类相互作用的差别可以用表征它们的作用强度的常数来说明.上述四种相互作用的作用强度常数之比是 $10^{-49}:10^{-7}:10^{-2}:10$.由于这四类相互作用的差别是如此之大,所以到目前为止,还没有一个理论能够统一地用来描写它们,而只能用各种不同的理论或者模型分别去描写这四类相互作用.其中,只有描写引力相互作用和电磁相互作用的理论比较成功.经典电动力学和量子电动力学可以用于解释在目前实验观测所能达到的极限范围内(从亿亿万分之一厘米到天文距离)所有电磁相互作用现象.从本世纪六十年代以来,物理学家萨拉姆(A. Salam)和温伯格(S. Weinberg)用规范场理论来统一地描述弱相互作用和电磁相互作用,获得了很大的成功,各种实验观测到的结果都与理论上所作出的预言一致^[2,3].因而,萨拉姆和温伯格荣获了1979年度物理学诺贝尔奖金.

自从本世纪七十年代以来,物理学家们在夸克模型假设下在用规范场理论来描写强相互作用方面作了巨大努力,建立了称做量子色动力学的理论.量子色动力学在应用于强相互作用时虽然能够比较完美地解释一些现象,但是也还存在困难.其中的一个困难就是破坏了宇称守恒和时间反演不变性.显然这与实验事实相矛盾^[4].理论物理学家们提出了摆脱这一困难境地的两条途径:假设夸克的质量为零,或者假设有一种轻的长寿命的不带电荷的玻色子

存在,并给这种新的玻色子取名为轴子^[5-8].我们知道,夸克是自然界中所有物质的最基本的组成单元,因而夸克的质量不可能为零,所以假设轴子的存在似乎更为合理.

二、轴子的基本性质

下面首先看一看理论上轴子有些什么基本特性,然后简要地讨论在实验上如何寻找轴子^[9].

根据理论上推断,轴子可能有的自旋值和宇称为 $0^-, 1^+, 2^-, 3^+, \dots$,并计算出它的质量是

$$m_a \simeq 25N \left(x + \frac{1}{x} \right) \text{keV},$$

这里 N 是夸克两重态的数目,因而 N 至少是2. x 是理论中引入的一个自由参变量.当自由参变量 $x=1$ 时, $\left(x + \frac{1}{x} \right)$ 有最小值2,轴子的质量 m_a 至少是100 keV.

轴子(axion)的寿命与它的质量有密切的关系.当轴子的质量小于两倍电子质量时,它只能通过放射两个 γ 光子的方式衰变: $a \rightarrow \gamma + \gamma$.它的寿命可以表示为

$$\tau_{a \rightarrow 2\gamma} \simeq 0.4 Z^{-1} \left(\frac{100 \text{ keV}}{m_a} \right)^5 \text{s},$$

其中 $Z = m_u/m_d \simeq 0.56$, m_u 是上夸克的质量, m_d 是下夸克的质量.如果 $m_a \simeq 100 \text{ keV}$,那么它的寿命大约是0.7s.

如果轴子的质量大于两倍电子质量,那么除了放射两个 γ 光子的衰变方式之外,衰变方式 $a \rightarrow e^+ + e^-$ 也是允许的.这样,轴子的寿命就会短得多.理论上给出轴子通过放射 e^+e^- 偶衰变方式的寿命为

$$\tau_{a \rightarrow e^+ e^-} = \frac{8\pi x^2 f_\phi^2}{m_c^2 (m_a^2 - 4m_c^2)^{\frac{1}{2}}},$$

其中 $f_\phi = (\sqrt{2} G_F)^{-\frac{1}{2}}$, G_F 是费米耦合常数, m_c 是电子质量. 如果我们取 $x \simeq 1$, 那么当轴子质量 m_a 为几 MeV 时, 轴子通过放射 e^+e^- 偶衰变方式的寿命 $\tau_{a \rightarrow e^+ e^-}$ 大约是 $10^{-8} - 10^{-9}$ s.

三、产生轴子的过程

由于轴子的质量轻, 有许多过程都可以产生轴子^[8-10]. 归纳起来, 可能产生轴子的过程主要有下列六种.

1. 激发核态的退激发过程

如从前所述, 轴子的质量很轻, 而且与核子的耦合很弱, 所以一个激发原子核态 A^* 有可能通过放射出一个轴子衰变到它的基态 $A^{[11]}$, 即 $A^* \rightarrow A + a$. 这里, 轴子有与 γ 光子很相似的行为. 因为轴子的自旋和宇称可以是 0^- , 所以在原子核里, 0^+ 态向 0^- 态的跃迁可以直接通过放射轴子进行. 因为轴子的自旋和宇称也可以是 1^+ , 所以在原子核里, $1^+ \rightarrow 0^+$ 和 $2^+ \rightarrow 1^+$ 跃迁也可以直接通过放射轴子进行. C^{12} 的 12.71 MeV $1^+ \rightarrow 0^+$ 跃迁和 N^{14} 的 7.03 MeV $2^+ \rightarrow 1^+$ 跃迁也许是用激发核态的退激发过程产生轴子的合适的候选者.

2. 原子核裂变碎片的衰变

在反应堆里产生的原子核裂变碎片可以通过放射轴子发生衰变. 由于轴子是不带电荷的中性粒子, 而且与核子的耦合很弱, 所以轴子有较强的穿透物质的能力, 这样可以把原子核裂变碎片衰变产生的轴子通过孔道引出来^[12]. 根据理论上的推算, 在反应堆里产生轴子的通量大约是反中微子通量的百万分之一.

在这里, 我们会很自然地联想到, 在原子弹爆炸中也会产生轴子. 作为一种粗略的估计, 一般情况下在一次核爆炸中产生的轴子数量相当于一个反应堆运行几天产生的轴子数目. 在核爆炸以后, 轴子应该在慢中子之前到达探测装置. 因而用快定时技术可以把轴子和慢中子产生的信号区别开, 同时采用足够厚的屏蔽体

来吸收瞬发 γ 射线. 这样, 应该观测到核爆炸中产生的轴子. 当然, 这种实验是一次性的.

3. 介子衰变

理论上预言, 如果轴子存在, K 介子衰变应该可以通过放射轴子进行, 即 $K \rightarrow \pi + a$. 显然, 这个过程对理论上所作的模型假设有密切的依赖关系^[13].

这里, 特别使人感兴趣的是重矢量介子的辐射衰变, 例如 $J/\psi \rightarrow \gamma + a$, $\psi' \rightarrow \gamma + a$ 和 $\Upsilon \rightarrow \gamma + a$ 等等^[6]. 从理论上可以推导出通过 $J/\psi \rightarrow \gamma + a$ 道衰变的分支比是

$$\frac{\Gamma(J/\psi \rightarrow \gamma a)}{\Gamma(J/\psi \rightarrow e^+ e^-)} \simeq \frac{G_F}{\sqrt{2} \pi \alpha} m_c^2 x^2 = 7 \times 10^{-4} x^2,$$

式中 α 是电磁相互作用耦合常数, $\alpha = \frac{1}{137}$. m_c 是粲夸克的质量. 从上面的公式可以看到, 衰变分支比与重夸克质量的平方成正比. 测量重矢量介子的辐射衰变还可以确定理论中引入的自由参变量 x .

4. 电子偶素衰变

由 e^+ 和 e^- 形成的体系 (e^+e^-) 叫做电子偶素. e^+ 和它所照射的样品中的 e^- 可以形成电子偶素 (e^+e^-). 电子偶素的三重态 3S 对于放射一个 γ 光子和一个轴子衰变道是开放的^[14], 即 $(e^+e^-)_{3g} \rightarrow \gamma + a$ 是允许的.

电子偶素的三重态 3S 还可以通过放射三个 γ 光子进行衰变: $(e^+e^-)_{3g} \rightarrow 3\gamma$. 衰变的速率大约是 $\lambda_{3\gamma} = 7.06 \times 10^6 s^{-1}$. 如果轴子的质量 m_a 小于两倍电子质量, 从理论上可以推算出通过两种方式 (γa 和 3γ) 衰变的分支比是

$$\frac{\lambda_{\gamma a}}{\lambda_{3\gamma}} \simeq 7.5 \times 10^2 \frac{\tilde{\alpha}}{\alpha} \left(1 - \frac{m_a^2}{4m_c^2}\right),$$

这里 $\tilde{\alpha} = g_1/4\pi$, g_1 是轻子耦合常数. 如果我们取 $x \simeq 1$, 则 $\tilde{\alpha}/\alpha = 4.5 \times 10^{-11}$. 因此, 轴子衰变方式的分支比大约是 3×10^{-8} .

因为要求角动量守恒, 电子偶素的单态 1S 不能通过放射一个 γ 光子和一个轴子进行衰变.

5. 电子束流收集器——电子韧致过程

在电子束流收集器中, 由于轴子和电子的耦合, 可以通过电子韧致过程产生轴子^[15]. 这个过程是与电子韧致辐射光子的过程相类似的. 在相对论性能量下, 轴子的韧致产生截面和光子的韧致产生截面可以用下列关系式联系起来:

$$\left(\frac{d\sigma}{dk}\right)_a = \left(\frac{d\sigma}{dk}\right)_\gamma \cdot \frac{1}{2} \frac{\alpha_a}{\alpha} \frac{1}{x^2} \times \left(\frac{k^2}{p^2 + p'^2 - \frac{2}{3}pp'}\right),$$

这里 k 是轴子的动量, p 是电子的初始动量, p' 是韧致过程后电子的动量. α_a 的定义如下:

$$\alpha_a = \frac{(m_e/f_\Phi)^2}{4\pi}.$$

一般来讲, 由于电子束的能量高, 轴子集中在向前的小角度内发射出来.

6. 质子束流收集器和高能质子散射产生轴子

为了获得足够多的事例数目, 人们想到利用强作用过程产生轴子. 例如, H. Faissner 等^[16]用 590 MeV 的质子束打在束流收集器上来产生轴子, 探测轴子衰变成两个 γ 光子的事例. W. A. Bardeen 等^[17]建议用能量为 400 GeV 的质子打靶产生轴子, 探测轴子在核场中感应生成 $\mu^+\mu^-$ 对的事例. 但是, 在这类实验中, 由于强作用过程的复杂性, 对产生轴子的通量和能谱进行估算是很困难的, 而且这些估算对所用的理论模型有很强的依赖关系.

四、探测轴子的主要方法

1. 轴子康普顿散射

在轴子能量较低的情况下, 轴子康普顿散射 ($a + e^- \rightarrow e^- + \gamma$) 可能是探测轴子的一个重要方法, 在这类实验中, 测量的是散射产生的光子和反冲电子. 计算得到轴子康普顿散射截面为

$$\sigma_{ae^- \rightarrow e^- \gamma} = \frac{2\pi\alpha\alpha_a}{m_e^2} \cdot \frac{1}{x^2} \left[\frac{m_e}{k} \ln \left(1 + \frac{2k}{m_e} \right) - 2 \cdot \frac{(1 + 3k/m_e)}{(1 + 2k/m_e)^2} \right],$$

式中 k 是入射轴子的动量.

2. 测量轴子的衰变产物

轴子的衰变方式与它的质量有密切的关系. 如果轴子的质量小于两倍电子质量, 那么轴子只能衰变成两个 γ 光子, 即 $a \rightarrow \gamma + \gamma$, 这时可以通过测量两个 γ 光子来确定轴子的存在. 用这种方法来寻找轴子的一种实验装置如图 1 所示^[16]. 这里所用的探测器是 40 个间隙的光学火花室, 两个大面积的塑料闪烁体计数器 A 和 B 还有两个塑料闪烁条描述仪 C 和 D . 光学火花室作成四个单元, 每个单元有十个间隙. 火花室的有效面积是 $1.5 \times 1.2\text{m}^2$, 它的电极板用金属薄膜 ($105 \mu\text{m}$ 厚的铜加上 $25 \mu\text{m}$ 厚

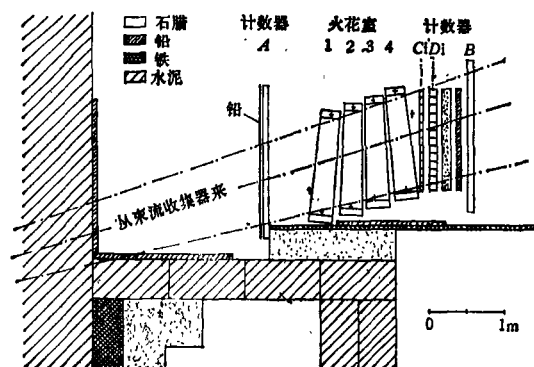


图 1 薄膜火花室-计数器实验装置

的铝)作成. 用火花室显示 γ 光子转换出来的电子偶径迹, 并且用多次散射方法测量正、负电子的动量. 计数器 A 的前面有 2.5 mm 厚的铅作为转换体. 计数器 A 的有效面积是 $2 \times 2\text{m}^2$, 它和描述仪 C 和 D 符合, 提供选择事例的触发信号. 这就有效地排除了宇宙线产生的本底. 计数器 B 用来作反符合, 排除从后面和上面入射的粒子产生的本底. 在 A 和 C 之间, 还作粒子飞行时间的测量, 使选择的事例中有一个粒子具有相对论性速度. H. Faissner 等人用这个实验装置在 SIN (瑞士核研究所) 的 590 MeV 质子加速器上作了质子收集器实验. 他们观测到的一个典型事例图像如图 2 所示.

当轴子的质量大于两倍电子质量时, 从前面给出的轴子的寿命表示式可以看出, 它更容

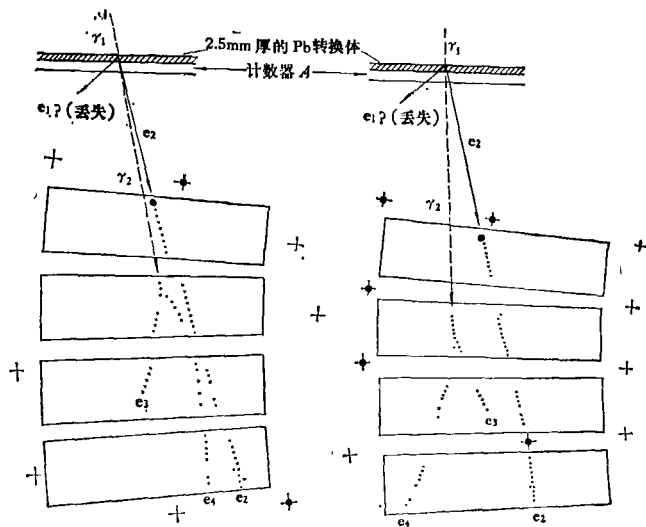


图2 典型的两个光子事例

易通过放射 e^+e^- 偶方式衰变, 即 $a \rightarrow e^+e^-$. 分别测量 e^+ 和 e^- 的动量 (或者能量) 以及它们之间的夹角就可以确定轴子的质量. 在图 3 中给出了一个用这种方法来寻找轴子的实验安排方案. 用 20 MeV 的电子束流打靶, 通过电子韧致过程产生轴子, 同时也产生 γ 光子. 经过适当厚度的屏蔽墙后 γ 光子被吸收, 只有轴子穿过屏蔽墙. 再飞过一定距离后, 轴子便衰变成 e^+e^- 偶. 探测器的实验装置如图 3 所示. 图中, 薄塑料闪烁体或者自猝灭流光多丝室用来提供事例选择的触发逻辑信号; 漂移室用来测量径迹位置; 量能器用于测量 e^+ 和 e^- 的能量; 磁铁线圈用于在漂移室所在的空间产生场强约为 100 G 的均匀磁场, 与漂移室测量的数据一起确定 e^+ 和 e^- 的动量; 流光管计数器用来排除宇宙线

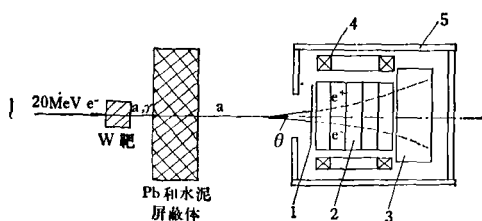


图3 实验装置示意图

- 1——薄塑料闪烁体或者自猝灭流光多丝室;
- 2——漂移室; 3——全吸收量能器; 4——磁铁线圈; 5——自猝灭流光管计数器

产生的本底.

由漂移室测量的数据和磁场强度计算得到 e^+ 和 e^- 的动量以及它们之间的夹角 θ . 根据运动学关系, 用下面的公式计算 e^+e^- 偶的不变质量:

$$M_{e^+e^-} = \sqrt{2 [m_e^2 + \sqrt{(p_{e^+}^2 + m_e^2)(p_{e^-}^2 + m_e^2)} - p_{e^+} p_{e^-} \cos \theta]^{\frac{1}{2}}}$$

用大量的事例数据作不变质量 $M_{e^+e^-}$ 的分布图. 如果在分布曲线上有窄峰出现, 就说明有轴子存在, 峰值对应的位置就是轴子的质量 m_a .

3. 测量轴子感应产生的 $\mu^+\mu^-$ 偶

一个很容易识别轴子的信号是轴子在核场中感应产生的 $\mu^+\mu^-$ 偶. 这个过程与 γ 光子在核场中产生 e^+e^- 偶效应相类似. A. F. Rothenberg 等^[15]在斯坦福直线加速器中心所做的高能电子束流收集器实验和 W. A. Bardeen 等^[17]建议用费米实验室的 400 GeV 质子所做的散射实验, 就是测量在探测器前面的屏蔽体中产生的 $\mu^+\mu^-$ 偶.

在相对论性极限条件下, 与相对应的 γ 光子过程类似, 得到轴子产生 $\mu^+\mu^-$ 偶的截面公式是

$$\left(\frac{d\sigma}{dp_+}\right)_a = \left(\frac{d\sigma}{dp_+}\right)_\gamma \cdot \frac{\alpha'_a}{\alpha} \frac{1}{x^2} \times \left(\frac{k^2}{p_+^2 + p_-^2 + \frac{2}{3}p_+p_-}\right),$$

式中

$$\alpha'_a = \frac{(m_\mu/t_\phi)^2}{4\pi},$$

k 是轴子的动量.

在上面的公式中, 因为 $\left(\frac{d\sigma}{dp_+}\right)_\gamma \sim 1/m_\mu^2$, 所以轴子产生 $\mu^+\mu^-$ 偶的截面与 μ 子的质量没有关系. 如果忽略屏蔽体在轴子产生 $\mu^+\mu^-$ 偶或者 e^+e^- 偶过程中的影响的差别, 可以近似地认为轴子产生 $\mu^+\mu^-$ 偶或者产生 e^+e^- 偶的截面是相同的.

4. “丢失轴子”方法

在电子偶素三重态衰变实验中只测量 γ 光子,这就是所谓“丢失轴子”方法. 在 $(e^+e^-)_{3S} \rightarrow \gamma + a$ 过程中发射出来的 γ 光子应具有单色性,其能量是

$$\omega = (4m_e^2 - m_a^2)/4m_e.$$

这样,只需测量 γ 光子能谱,在能谱中如果有窄峰出现,就证明有轴子存在.

用“丢失轴子”方法的一个可能的实验装置如图4所示^[14]. 从 β^+ 源中放射出来的 e^+ 停止在 MgO 或者 SiO_2 粉末样品中,这些 e^+ 以95%的效率形成电子偶素的三重态 3S . 放在 β^+ 源和粉末样品之间的薄塑料闪烁体提供触发信号, β^+ 源和样品放在反符合计数器中. 反符合计数器由 $NaI(Tl)$ 晶体组成,覆盖了 4π 立体角的85%. 伴随轴子衰变出来的 γ 光子用 $Ge(Li)$ 半导体探测器测量.

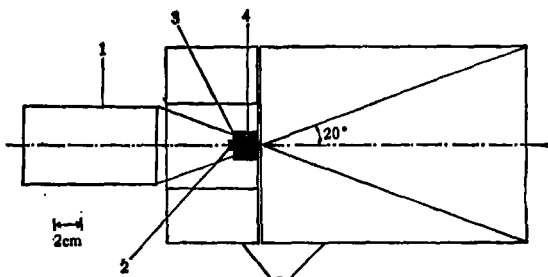


图4 电子偶素衰变实验装置

1— $Ge(Li)$ 半导体探测器; 2—正电子源; 3—塑料闪烁体; 4—粉末样品; 5— $NaI(Tl)$ 晶体

用“丢失轴子”方法的另一类重要的实验就是重矢量介子的辐射衰变,例如 $J/\psi \rightarrow \gamma + a$, $\psi' \rightarrow \gamma + a$ 和 $\Upsilon \rightarrow \gamma + a$. 在重矢量介子衰变中放射出来的 γ 光子能量也具有单色性^[18],其能量是

$$E_\gamma = (m_0^2 - m_a^2)/2m_0,$$

式中 m_0 是重矢量介子 J/ψ , ψ' 或者 Υ 的质量. 确定是否有轴子存在的方法,也是检查所测 γ 光子能谱中有没有窄峰出现. C. Edwards 等^[19] 在 SLAC¹⁾ 的 SPEAR²⁾ 上用晶体球探测器研究了 J/ψ 的辐射衰变,以便寻找轴子. $J/\psi \rightarrow \gamma + a$ 衰变的信号是能量为 $E_\gamma = (m_\psi^2 - m_a^2)/2m_\psi$ 的

单能光子.

晶体球探测器^[20]由 672 块 $NaI(Tl)$ 晶体组成,每块长度是 16 个辐射长度. 它的立体角是 4π 的 93%. 如果加上端盖探测器,它的立体角扩展到 4π 的 98%. 对于能量大于 1GeV 的光子,晶体球探测器的能量分辨率是

$$\sigma_E/E = 2.6\% / E^{1/2}(\text{GeV}),$$

角分辨率是 25mrad.

在这个实验中,用 1.8×10^6 个 J/ψ 事例取样,得到 454 个单光子事例,作出光子的能量分布谱线. 在光子的能谱中没有看见明显的单能峰. 在扣除本底和应用一些运动学条件限制之后,最后得到五个事例. 由此给出 J/ψ 产生轴子的分支比上限为 $B(J/\psi \rightarrow a\gamma) < 3 \times 10^{-5}$ (90% 置信度).

5. 强子簇射

轴子也可能与物质发生强相互作用,产生强子簇射. 用适当的探测器测量轴子产生的强子簇射可能也是探索轴子存在的一种方法.

五、结束语

在过去的几年中,物理学家们利用一切可能产生轴子的途径和各种探测方法已经作了许多实验. 其中, H. Faissner 等在 SIN 的加速器上作的质子束流收集器实验,观测到了 (14.5 ± 5.0) 个 $a \rightarrow 2\gamma$ 事例^[16]. 在重新检查 Aachen-Padova 小组在 CERN³⁾ 的 PS⁴⁾ 上作的中微子-电子散射实验^[20]的数据时, H. Faissner 还发现,在散射角 $\theta < 1^\circ$ 的范围内比预期的事例数多出 (8.4 ± 3.6) 个,他认为这可能是在中微子束流里混入的轴子贡献的^[21]. 然而,所有其他的实验都没有看到轴子存在的信号. 总之,现在对是否有轴子的问题作出结论还为时过早,理论物理学家们还在煞费苦心地想主意,如果确实不存在轴子,他们也希望找出一条摆脱困

1) 斯坦福电子直线加速器中心.
2) 斯坦福正电子-电子加速器环.
3) 西欧核子研究中心.
4) 质子同步回旋加速器.

境的道路。

参 考 文 献

- [1] D. H. Perkins, Introduction to High Energy Physics, Addison-Wesley Publishing Company, (1972).
- [2] A. Salam et al., *Phys. Lett.*, **13** (1964), 168; S. Weinberg, *Phys. Rev. Lett.*, **19** (1967), 1264; S. L. Glashow et al., *Phys. Rev. D*, **2** (1970), 1285.
- [3] R. H. Heisterberg et al., *Phys. Rev. Lett.*, **44** (1980), 635.
- [4] A. A. Belavin et al., *Phys. Lett.*, **59B** (1978), 85; G. 't'Hooft, *Phys. Rev. D*, **14** (1976), 3432; R. Jackiw et al., *Phys. Rev. Lett.*, **37** (1976), 172; C. G. Callan et al., *Phys. Lett.*, **63B** (1976), 334.
- [5] R. D. Peccei and H. R. Quinn, *Phys. Rev. Lett.*, **38** (1977), 1440; *Phys. Rev. D*, **16** (1977), 1791.
- [6] S. Weinberg, *Phys. Rev. Lett.*, **40** (1978), 223.
- [7] F. Wilczek, *Phys. Rev. Lett.*, **40** (1978), 279.
- [8] J. M. Frere et al., *Phys. Lett.*, **103B** (1981), 129.
- [9] T. W. Donnelly et al., *Phys. Rev. Lett. D*, **18** (1978), 1607.
- [10] W. A. Bardeen et al., *Phys. Lett.*, **76B** (1978), 580.
- [11] A. Zehnder, *Phys. Lett.*, **104B** (1981), 494.
- [12] J. L. Vuilleumier et al., *Phys. Lett.*, **101B** (1981), 341.
- [13] T. Goldman et al., *Phys. Rev. Lett.*, **40** (1978), 220.
- [14] G. Carboni, CERN-EP/81-20, 18 March, (1981).
- [15] A. F. Rothenberg, SLAC Report, No. 147, (1972).
- [16] H. Faissner et al., *Phys. Lett.*, **103B** (1981), 234.
- [17] W. A. Bardeen et al., Fermilab. Report, No. 78/20-THY.
- [18] C. Edwards et al., *Phys. Rev. Lett.*, **48** (1982), 908.
- [19] E. D. Bloom, Proc. of The 1979 Inter. Symposium on Lepton and Photon Interactions at High Energies, Fermilab., Aug. 23—29, (1979), 92.
- [20] H. Faissner et al., *Phys. Rev. Lett.*, **41** (1978), 218.
- [21] H. Faissner, PITHA, 81/03, Aachen, Germany, (1981).

《物理学人才作用》专题内容预告

二十世纪物理学发展的总图象是：它既向认识的深度挺进，又向应用的广度发展；它既受到生产技术需求的强烈推动，又对生产和技术的发展产生巨大的影响；新的交叉学科不断涌现；老学科又以某种新原理的出现而获得青春；基础学科也不断分化出应用科学和工程科学；而工程科学则不断要求给出新领域的待知物理规律。在奔向二十一世纪的征途中，物理学的广阔前景在召唤人们向它们进军。“四化”的伟大事业激动人心。一个国家的生产、教育体制一旦初具规模后，各个方面的工作需要迅速跟上。前一时期，大学物理系一度受到某种议论，例如，“物理人才过剩”，“本科毕业生出路只有文教和科研”，“理科毕业生不能解决生产实际问题”，“工、农、医等生产部门不需要物理毕业生”，甚至有的说“两千万人口的地区仅需两名物理系毕业生”……。但事实又怎样呢？教育部和中国物理学会教学研究委员会为了摸清问题的症结，组织

委托一些同志作了深入调查，将于今年六月召开《物理学人才作用》研究报告会，对这些问题进行分析讨论。本刊为配合会议，将于1984年第8,9两期发表一批文章，供同志们研究。

物理人才的作用如何？物理人才在企业部门里工作的情况怎样？物理学知识和物理学思想在工程技术中的作用是什么？物理学知识和方法在技术革新中占有什么地位？企业生产领导人对理科、工科毕业生的分析与评价如何？厂长申请要物理系毕业生的意图何在？医学系统又是怎样看待物理的作用？人事部门如何统计与分配物理系毕业生？……这些令人关心的问题，都由在第一线工作的人撰文。对上述问题关心的同志，请速到当地邮局订阅1984年第三季度《物理》杂志。

(本刊编辑部)