

基本粒子物理发展史年表(十一)

一九七四年	理论 孤粒子 (Soliton) 理论: L. D. Faddeev and L. A. Takhtajan, <i>Theor. Math. Phys.</i> 21 (1974) 160 R. F. Dashen <i>et al. Phys. Rev. D10</i> (1974) 4114, 4130, N. Christ and T. D. Lee, <i>Phys. Rev. D12</i> (1975) 1606 人们很早以前就认识到非线性方程有一类可称之为孤波的解, 这种孤波在运动时就象是一个物体作为整体在运动。1974 年, 以上作者指出量子场中的量子可能对应于非线性经典场方程的这种空间有界的孤波解, 命名为孤粒子, 并在一些模型理论中研究了孤粒子的散射矩阵、量子化等问题。	实验 400 GeV 质子同步加速器 SPS 在西欧中心建成。在 SLAC 的 SPEAR 正负电子对撞机上 Mark II 组找到矢量介子的 SU(4) 成员 D 粒子 (G. Goldhaber <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i> 37 (1976) 255; I. Peruzzi <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i> 37 (1976) 569). $M(D^0) = (1863.7 \pm 0.5) \text{ MeV}/c^2$ $M(D^+) = (1868.4 \pm 0.5) \text{ MeV}/c^2$ 在 SPEAR 上找到 D 粒子的激发态 D^* (G. Goldhaber <i>et al. Phys. Lett.</i> 69B (1977) 503) 最终测得 $M(D^{*0}) = (2007.0 \pm 1.2) \text{ MeV}/c^2$ $M(D^{*+}) = (2010 \pm 0.8) \text{ MeV}/c^2$ 在 FNAL 和 CERN 先后开始了 μ 子、中微子的深度非弹性散射实验, 与 SLAC 的 ep 散射实验相比, 可测的运动学范围大为扩大。核子结构函数的实验结果与 QCD 理论预言基本符合。
一九七五年	实验 在 SLAC 的 SPEAR 正负电子对撞机上的测量结果表明, 在能量不太高时 ($\sqrt{s} = 5-7$ GeV) 终态强子的行为符合平凡的部分子模型的预言: (1) 比值 $R \equiv \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{强子})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)}$ $= 3 \sum e_i^2$, 这表明夸克确实有颜色自由度, 并符合了 Gell-Mann 的方案。(2) 终态强子分成两个背对背的喷注, 喷注的轴相对于 e^+e^- 束流轴按 $(1 + \cos \theta^2)$ 分布, 这表明夸克的自旋是 1/2。(3) 终态带电粒子多重数随 $S = (2E_{\text{束}})^2$ 对数地上升。(4) 单粒子分布 $S \frac{d\sigma}{dx} = f(x)$ 具有近似的标度无关性行为, $x = E_{\text{单粒子}}/E_{\text{束流}}$。在 FNAL 的中微子泡室反应中首先观察到带粲数的重子 Δ_c^+ 事例 (Dazzali <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i> 34 (1975) 1125): $\nu + P \rightarrow \Sigma_c^{++} + \mu^-$ $\downarrow$ $\Delta_c^+ + \pi^+$ $\downarrow$ $\Lambda + \pi^+ + \pi^+ + \pi^-$ 随后, 在 BNL 中微子泡室反应和 CERN 的 BEBC 中微子泡室反应中 (A. M. Cnops <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i> 42 (1979) 197, M. Caliceho <i>et al. Phys. Lett.</i> 93B (1980) 521) 也观察到 Δ_c^+ 和 Σ_c^{++} 事例。 $M(\Delta_c^+) = (2254 \pm 12) \text{ MeV}/c^2 - (2290 \pm 3) \text{ MeV}/c^2$ $M(\Sigma_c^{++}) - M(\Delta_c^+) = (166 \pm 7) \text{ MeV}/c^2$ 在 SLAC 的 SPEAR 上首先发现产生新轻子对 $\tau^+\tau^-$ 的迹象 (M. L. Perl <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i> 35 (1975) 1489)。经过一年左右的实验, 确认存在第三种轻子 τ $M(\tau) = (1784 \pm 4) \text{ MeV}$ 一般认为, 参与 τ 轻子过程的中微子是第三种中微子 ν_τ。 理论 用位势模型研究强子能谱: T. Appelquist, <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i>, 34 (1975) 365; E. Eichten <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i>, 34 (1975) 369; J.D. Jackson, C. Quigg and J.L. Rosner LBL-7977 Preprint。在 J/ψ 和 ψ' 粒子发现后不久, 以上作者用非相对论位势解释了 J/ψ 和 ψ' 为量子数 $J^{PC} = 1^{--}$ 的基态和第一激发三重态, 并成功地预言了其它含粲夸克的介子的质量及宽度, 由此发展了用以研究较重介子能谱的位势模型。	实验 在 FNAL 实验室通过测量 $\mu^+\mu^-$ 对的等效质量首次发现 Υ 族的 Υ 和 Υ' 两个粒子 (S. W. Herb <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i> 39 (1977) 252; W. R. Innes <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i> 39 (1977) 1240) 可以认为它们是 $b\bar{b}$ 束缚态。 $p + \text{核子} \rightarrow \Upsilon + X$ $\downarrow$ $\mu^+\mu^-$ 当时测出 $M(\Upsilon) = 9.4 \text{ GeV}/c^2$, $M(\Upsilon') = 10.0 \text{ GeV}/c^2$。在 SLAC 的 SPEAR 上发现 J/ψ 家族的 D 波态粒子 ψ'' (P. A. Rapidis <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i> 39 (1977) 526; W. Bacino <i>et al. Phys. Rev. Lett.</i> 40 (1980) 671). $M(\psi'') = 3770 \text{ MeV}/c^2$ 它的质量值得使它成为产生 D 粒子的理想的中间态。 理论 Altarelli, Parisi (<i>Nucl. Phys.</i> B126 (1977) 298) 提出了在 QCD 相互作用体系中夸克和胶子分布函数所满足的一组耦合的积分微分方程 (精确到 α_s 一级, 带头对数项), 借此可直接研究分布函数随 Q^2 的演化。
一九七六年		实验 2 × 19 GeV 电子-正电子同步加速器对撞机 PETRA 在西德建成。发明多级雪崩室。DASP 组、PIUTO 组在 DESY 的 DORIS 上仔细研究 Υ 家族粒子。(Ch. Berger <i>et al. Phys. Lett.</i> 76B (1978) 243, C. W. Darden <i>et al. Phys. Lett.</i> 76B (1978) 246, 78B (1978) 364; J. K. Bienenlein <i>et al. Phys. Lett.</i> 78B (1978) 360)。测得 $M(\Upsilon) = (9.46 \pm 0.01) \text{ GeV}/c^2$ $M(\Upsilon') = (10.01 \pm 0.02) \text{ GeV}/c^2$ DASP 组在 DESY 的 DORIS 正负电子对撞机上利用 ψ' (3684) 的辐射衰变已经发现了 J/ψ 家族中 P 波态存在的迹象 (W. Braunschweig <i>et al. Phys. Lett.</i> 57B (1975) 407)。(未完待续)