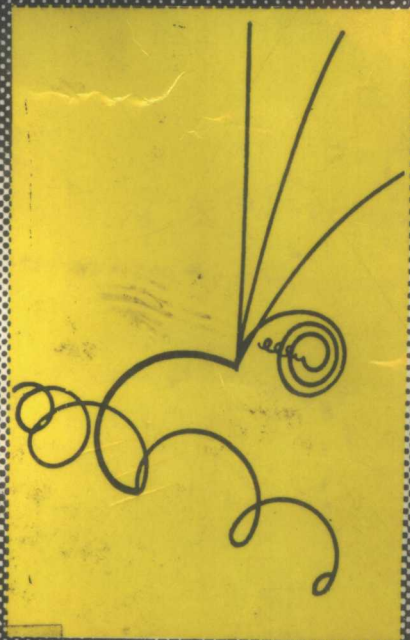


高等学校教学用书

普通物理学

★ 粒子物理部分 ★ 刘连寿 编



★ 高等教育出版社

BUFEN

3
35

PUTONG WULIXUE

33

387410

7235

高等学校教学用书

普通物理学

粒子物理部分

刘连寿 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是作者在其授课讲义的基础上修改而成的，作者根据学科的发展和教学上的需要，力求反映粒子物理学的近代发展。全书分基本粒子、层子和胶子、电-弱相互作用、高能碰撞的多粒子产生等四章，每章之后附有一定数量的习题。

此书可作为高等院校普通物理学课程粒子物理部分的教学用书，也可供有关科技人员、中学教师进修参考。

高等学校教学用书

普 通 物 理 学

粒子物理部分

刘连寿 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印装

开本 850×1168 1/32 印张4.625 字数116 000

1989年3月第1版 1989年3月第1次印刷

印数0001—1 150

ISBN 7-04-000759-2/O · 185

定价1.60元

目 录

引言	1
第一章 基本粒子	3
§1.1 基本粒子的相互作用和分类	3
§1.2 基本粒子的性质	6
§1.3 CPT 定理与中性 K 介子的衰变	30
§1.4 强子的么正对称性	37
习题	41
第二章 层子(夸克)和胶子	43
§2.1 层子的味和色	43
§2.2 轻子深度非弹性散射与夸克-部分子模型	49
§2.3 电子-正电子对撞与强子喷注	58
§2.4 夸克与胶子的相互作用	69
习题	77
第三章 电-弱相互作用	79
§3.1 电磁作用顶点与形状因子	79
§3.2 弱作用的选择定则与卡比玻普适性	86
§3.3 电磁作用与弱作用的统一	94
习题	99
第四章 高能碰撞的多粒子产生	100
§4.1 碰撞过程的分类	100
§4.2 衍射 散射与雷吉轨迹	105
§4.3 非单衍射碰撞过程	112
§4.4 重离子碰撞与夸克物质的形成	121

习题	122
附录 A 自然单位制	124
附录 B 相对论运动学	127
附录 C 由旋量组成的协变量	135
附录 D 么模么正群	136
附录 E 物理常数与单位换算	142
英汉人名对照表	143

引 言

粒子物理学是研究物质微观结构的一门科学。

人类对物质微观结构的认识是不断发展的。在十九世纪，流行的理论是由道耳顿首先提出的原子论。这一理论认为，原子是物质结构的不可分割的最小单元。科学的进一步发展很快就证明“原子不可分”的观点是错误的。十九世纪末发现了电子；1911年卢瑟福提出了原子的有核模型；1932年发现了中子。这样，人们就认识到：原子并不是什么不可分割的、没有内部结构的最小单元，而是由原子核和电子组成的复杂体系；原子核同样也不是不可分割的，而是由质子和中子组成。于是，人类对物质结构的认识就超越了道耳顿的原子论，进入到了一个新的阶段。在这一新的认识阶段里，物质结构的基本单元不再是原子，而是电子、质子、中子，以及以后陆续发现的其它一些粒子。这些粒子作为比原子更深入的一个层次中的物质结构基本单元，被称为“基本粒子”。

基本粒子是一个庞大的家族。从中子的发现到现在，短短五十多年时间里，随着实验手段的不断改进，新的基本粒子层出不穷，已达几百种之多；而且还在不断地被发现。这就不能不使人怀疑：基本粒子是否真的“基本”。从本世纪六十年代开始，就有实验迹象表明“基本粒子不基本”。经过十多年的研究，肯定地认识到：基本粒子中的绝大多数（即强子）具有内部结构，由层子（夸克）和胶子组成。

科学的客观发展，证实了“物质无限可分”的思想。过去人们认为，物质结构有最基本的不可分割的单元。“原子”这个词

的含义就是“不可分割”，“基本粒子”的意思是物质结构的“基本”单元。科学的历史发展，一次又一次地打破了这类看法。吸取了这些历史的经验以后，人们不再给目前认识到的物质结构最小单元加上类似的形容词，而是简单地称它们为“粒子”。因此，进入本世纪八十年代以后，研究物质微观结构的学科，被称为“粒子物理学”。

本书是“普通物理学”的粒子物理部分。第一章先对基本粒子作一简要介绍；第二章讨论层子（夸克）和胶子以及它们之间的相互作用；第三章简单介绍电磁作用和弱作用以及它们的统一；第四章讨论高能碰撞中多粒子的产生过程。

第一章 基本粒子

§ 1.1 基本粒子的相互作用和分类

基本粒子之间有着复杂的相互作用，体现在以下几个方面：

第一，相互作用把基本粒子结合成束缚体系。熟知的例子是质子（氢原子核）和电子通过电磁作用结合成氢原子。其它带电基本粒子也有可能通过电磁作用结合成束缚态，例如电子和正电子结合成电子偶素，带负电的其它基本粒子取代原子中的电子而形成奇特原子（exotic atom）等等。

质子和中子通过强相互作用结合成原子核是另一个例子：强相互作用是短程相互作用，作用范围约为 10^{-13} cm，作用强度比电磁相互作用强度大两个量级。

第二，相互作用使基本粒子相撞时发生反应。例如 π^+ 介子打在质子上发生弹性散射，散射截面 σ 的量级为几十个 mb（ $1\text{b} = 10^{-24}\text{cm}^2$ ），如图1.1.1.又如图1.1.2上画出的光生 π 介子（ $\gamma + p \rightarrow \pi^+ + n$ ）的截面，它是 $\pi^+ - p$ 弹性散射截面的 $\frac{1}{1000} \sim \frac{1}{100}$ 倍。

图1.1.3上画的是涉及中微子反应的一个典型例子（ $\nu_e + n \rightarrow e^- + p$ ），它的截面约为 10^{-14} b。这三个例子中，截面之比约为 $1:10^{-2}:10^{-12}$ 。这表明，引起这三种反应的相互作用的强度差别很大。其中，第一种—— π 介子与核子的相互作用是强相互作用；第二种——光子与带电粒子的相互作用是电磁相互作用；第三种——涉及中微子的相互作用是弱相互作用。

第三，相互作用还会引起基本粒子的衰变。通过强作用衰变

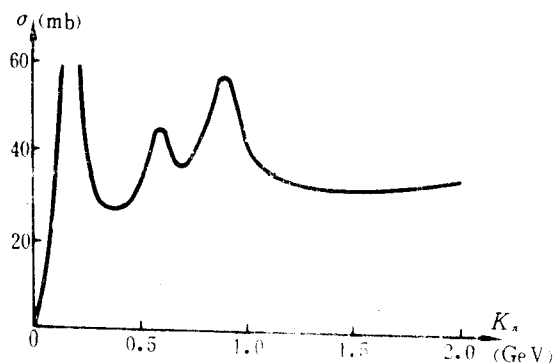


图 1.1.1 π^+p 弹性散射截面与 π 介子动能 $K_\pi = E_\pi - m_\pi c^2$ 的关系

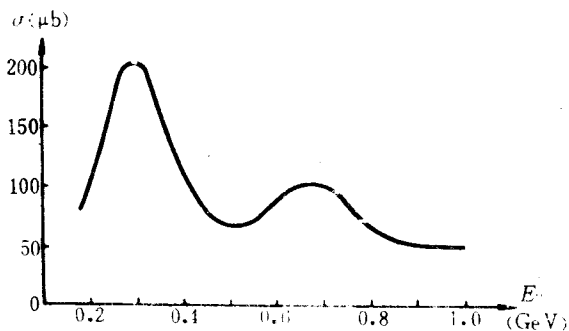


图 1.1.2 $\gamma + p \rightarrow \pi^+ + n$ 的截面与 E_γ 的关系

的粒子的平均寿命最短，一般在 $10^{-22} \sim 10^{-24}$ s；通过电磁作用衰变的粒子，典型的平均寿命为 10^{-19} s；通过弱作用衰变的粒子，平均寿命最长，大于 10^{-10} s。但是，还应指出，基本粒子寿命的长短除了依赖于相互作用强度以外，还与衰变过程的末态粒子所

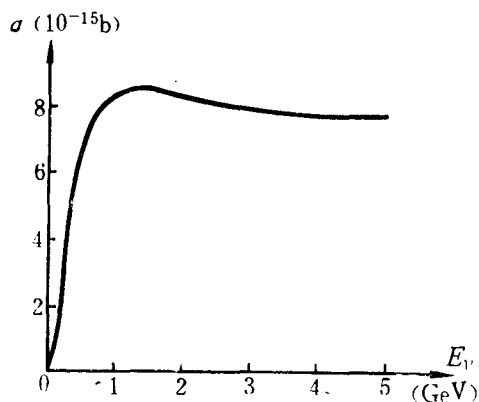
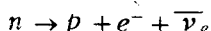


图 1.1.3 $\nu_e \cdot n \rightarrow e^- + p$ 的截面与 E_ν 的关系

能得到的动能的大小有关。例如，中子的 β 衰变，



始态中子的质量是

$$m_n = 939.573 \text{ MeV}/c^2$$

末态三个粒子的总质量是

$$\begin{aligned} m_p + m_e + m_{\bar{\nu}} &= (938.280 + 0.511 + 0) \text{ MeV}/c^2 \\ &= 938.791 \text{ MeV}/c^2 \end{aligned}$$

两者之差即末态粒子所得到的动能，它很小，不到 1 MeV。因而中子的平均寿命特别长，长达 $(917 \pm 14) \text{ s}$ 。

以上所说的归纳在表 1.1.1 中。表中除了强相互作用、电磁相互作用和弱相互作用以外，还列入了引力相互作用，它的作用强度比弱相互作用还小三十个量级，因而在考虑基本粒子相互作用时一般可以将它忽略。

由表还可以看到，强作用和弱作用是短程作用，因而在宏观物体之间表现不出来。在宏观物体之间能观察到的，只是作用范围为无穷大的电磁相互作用和引力相互作用。

表 1.1.1 四种基本相互作用

相互作用种类	相对强度	作用范围	典型截面(靶)	平均寿命(秒)
强	1	$\sim 10^{-13}$ cm	$\sim 10^{-26}$	$\sim 10^{-23}$
电磁	10^{-2}	∞	$\sim 10^{-31}$	$\sim 10^{-19}$
弱	10^{-12}	$\sim 10^{-16}$ cm	$\sim 10^{-34}$	$\geq 10^{-10}$
引力	10^{-38}	∞	—	—

按照所参与的相互作用的不同,可以将基本粒子分为三大类,见表1.1.2.例如,质子和中子参与强相互作用,自旋为 $1/2$,属于重子; π 介子也参与强相互作用,自旋为 0 ,属于介子;它们都属于强子.电子和中微子不参与强作用,是轻子.

表 1.1.2 基本粒子分类

参与强相互作用——强子	自旋为半整数——重子 自旋为整数——介子
不参与强相互作用, 自旋为半整数——轻子	

在表1.1.2的分类中不包括光子.光子是传播电磁相互作用的粒子.它和传播强相互作用的粒子(胶子)以及传播弱相互作用的粒子(中间矢量玻色子)属于同一类.我们把它们留到§ 2.2和§ 3.3中再讨论.

§ 1.2 基本粒子的性质

在表1.2.1上列出了一部分基本粒子和它们的性质.下面就表上所列出的基本粒子性质作些解释.

一、稳定粒子与共振态

由表可见,绝大部分基本粒子都是不稳定的,而且寿命相差很大.平均寿命 $\tau > 10^{-19}$ s的粒子称为长寿命粒子,有时也称它

们为“稳定粒子”以区别于 $\tau < 10^{-20}$ 秒的“共振态”。

按照相对论，不同惯性系中的时钟快慢是不同的。表中所列的基本粒子平均寿命是在相应粒子静止的参考系中测得的。如果是在实验室坐标系中观察一个动量为 p 的粒子，则其平均寿命有相对论延缓（参看附录B）：

$$\tau' = \frac{\tau}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\tau E}{m c^2} \quad (1.2.1)$$

其中 $E = \sqrt{c^2 p^2 + m^2 c^4}$ 是这一粒子的能量；粒子的速度是

$$v = \frac{p}{m} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{pc^2}{E}$$

将其与式(1.2.1)相乘，得到这一粒子在实验室系中所能运动的平均距离

$$l' = v \tau' = \tau \frac{p}{m} \quad (1.2.2)$$

以 $\pi^\pm$ 介子为例，它的寿命和质量分别为

$$\tau_\pi = 2.60 \times 10^{-8} \text{s}, \quad m_\pi = 140 \text{MeV}/c^2$$

如果它以 $140 \text{MeV}/c$ 的动量运动，则平均运动距离为

$$l' = 2.60 \times 10^{-8} \times \frac{140}{140} \times 3 \times 10^{10} \text{cm} = 780 \text{cm}$$

因此，虽然 π 介子的平均寿命只有 $2.6 \times 10^{-8} \text{s}$ ，但完全可能在相当大的空间距离内维持“稳定”的 π 介子束流，用于医疗及其它目的。

带电的长寿命粒子（“稳定粒子”）可以在核乳胶、云室或泡室中留下可观测的径迹。

云室是利用过饱和蒸汽在带电粒子径迹附近形成液滴来显示径迹的；而泡室则是利用过热液体在径迹附近沸腾产生气泡来显示径迹的。通常泡室中用的过热液体是液态氢。

表 1.2.1 粒 子

粒 子		性 质						
分类和名称	符 号	J^{PC}	P^G	S	旋数 C	I_y	电荷 Q	质 量 (MeV/c ²)
规范粒子	光 子	γ	1 ⁻	0			0	0 ($< 3 \times 10^{-33}$)
	中间矢量玻色子	$W^\pm$	1				∓ 1	$81.8 \pm 1.5 \text{ GeV}/c^2$
		Z^0	1				0	$92.6 \pm 1.7 \text{ GeV}/c^2$
	胶 子	g	1				0	0
轻 子	ν_e	$\frac{1}{2}$					0	0 ($< 46 \text{ eV}/c^2$)
	e	$\frac{1}{2}$					-1	$0.5110034(\pm 14)$
	ν_μ	$\frac{1}{2}$					0	0 (< 0.25)
	μ	$\frac{1}{2}$					-1	$105.65916 \pm .00030$
	ν_τ	$\frac{1}{2}$					0	0 (< 70)
	τ	$\frac{1}{2}$					-1	1784.2 ± 3.2
介 子	π 介子	π^+	0 ⁺	1 ⁻	0	0	+1	139.5669 ± 0.0012
		π^0	0 ⁺	1 ⁻	0	0	0	134.9626 ± 0.0039
		π^-	0 ⁺	1 ⁻	0	0	-1	139.5669 ± 0.0012
	K	K^+	0 ⁺	$\frac{1}{2}$	+1	$\frac{1}{2}$	+1	493.667 ± 0.014
		K^-	0 ⁺	$\frac{1}{2}$	-1	$-\frac{1}{2}$	-1	
	介 子	K^0	0 ⁺	$\frac{1}{2}$	+1	$\frac{1}{2}$	0	497.72 ± 0.07
		$\bar{K}^0$	0 ⁺	$\frac{1}{2}$	-1	$-\frac{1}{2}$	0	
		K_S^0	0 ⁺	$\frac{1}{2}$	0		0	$m_{K_L} - m_{K_S} =$ $(3.521 \pm 0.014) \times 10^{-12}$
		K_L^0	0 ⁺	$\frac{1}{2}$	0		0	
	η 介子	η	0 ⁺	0 ⁺	0	0	0	548.8 ± 0.6
		η'	0 ⁺	0 ⁺	0	0	0	957.6 ± 0.3
	共 振 子	ρ^+	1 ⁺	1 ⁻	0	$-\frac{1}{2}$	+1	770 ± 3
		ρ^0	1 ⁺	1 ⁻	0	0	0	
		ρ^-	1 ⁺	1 ⁻	0	$\frac{1}{2}$	-1	

简 表

平均寿命 τ 或全宽度 Γ	衰	变
	主 要 方 式	百 分 比 %
∞	稳 定	
$I < 7 \text{ GeV}$	$e^+ \nu, \mu^+ \nu$	
$I < 4.6 \text{ GeV}$	$e^+ e^-, \mu^+ \mu^-$	
由于色禁闭不能直接观察到		
$\sim \infty$	稳 定	
$\sim \infty (> 2 \times 10^{22} \text{ y})$		
$\sim \infty$ $(2.19713 \pm 0.0004) \times 10^{-6} \text{ s}$	稳 定 $e^+ \nu \nu, e^+ \nu \nu \nu$	$98.6 \pm 0.4, 1.4 \pm 0.4$
$\sim \infty$ $(3.3 \pm 0.4) \times 10^{-13} \text{ s}$	负粒子, 中性粒子, $\mu^+ \nu, e^+ \nu \nu$	$86.5 \pm 0.3, 17.6 \pm 0.6, 17.4 \pm 0.5$
$(2.6030 \pm 0.0023) \times 10^{-8} \text{ s}$ $(0.828 \pm 0.057) \times 10^{-16} \text{ s}$ $(2.6030 \pm 0.0023) \times 10^{-8} \text{ s}$	$\mu^+ \nu_\mu$ $\nu \nu, e^+ e^- \nu$ $\mu^+ \nu_\mu$	~ 100 $98.85 \pm 0.05, 1.15 \pm 0.05$ ~ 100
$(1.2371 \pm 0.0026) \times 10^{-8} \text{ s}$	$\mu^+ \nu_\mu, \pi^+ \pi^0, \pi^+ \pi^+ \pi^-$	$63.51 \pm 1.6, 21.16 \pm 1.5, 5.59 \pm 0.3$
	$\pi^+ \pi^0 \pi^0, \mu^+ \nu_\mu \pi^0, e^+ \nu_e \pi^0$	$1.73 \pm 0.05, 3.20 \pm 0.09, 4.82 \pm 0.05$
$50\% K_S^0, 50\% K_L^0$		
$(0.8923 \pm 0.0022) \times 10^{-10} \text{ s}$ $(5.183 \pm 0.040) \times 10^{-8} \text{ s}$	$\pi^+ \pi^-, 2\pi^0$ $3\pi^0, \pi^+ \pi^- \pi^0,$ $\pi^+ \pi^- \nu_e, \pi^+ \mu^- \nu_\mu$	$68.61 \pm 0.24, 31.39 \pm 0.24$ $21.5 \pm 0.7, 12.39 \pm 0.18,$ $38.8 \pm 0.5, 27.1 \pm 0.4$
$1.05 \pm 0.15 \text{ KeV}$ $0.24 \pm 0.03 \text{ MeV}$	$\nu \nu, \pi^+ \pi^-, \pi^+ \pi^- \pi^0$ $\eta \pi \pi, \rho^0 \gamma$	$38.9 \pm 0.4, 31.9 \pm 0.35, 23.7 \pm 0.5$ $65.2 \pm 1.6, 30.0 \pm 1.6$
$153 \pm 2 \text{ MeV}$	$\pi^+ \pi^-, \pi^+ \nu$	$\sim 100, 0.046 \pm 0.005$

粒		子		性 质						
分类和名称		符 号	J^{PC}	I^G	S	聚数 c	I_3	电荷 Q	质 量 (MeV/c ²)	
强	子	振	K^{*+}	1^-	$\frac{1}{2}$	$+1$	0	$+\frac{1}{2}$	$+1$	892.2 ± 0.4
			K^{*-}	1^-	$\frac{1}{2}$	-1	0	$-\frac{1}{2}$	-1	
			$\bar{K}^{*0}$	1^-	$\frac{1}{2}$	-1	0	$+\frac{1}{2}$	0	892.2 ± 0.4
			K^{*0}	1^-	$\frac{1}{2}$	$+1$	0	$-\frac{1}{2}$	0	
		介	ω	1^-	0^-	0	0	0	0	782.6 ± 0.3
			ϕ	1^-	0^-	0	0	0	0	1019.6 ± 0.2
		子	$a_1(1270)$	1^+	1^-	0	0	$+1, 0, -1$	$+1, 0, -1$	1275 ± 28
			$a_2(1320)$	2^+	1^-	0	0	0	0	1318 ± 5
			$\rho_3(1690)$	3^-	1^+	0	0	$+1, 0, -1$	$+1, 0, -1$	1691 ± 5
		新 粒 子	J/ψ	1^-	0^-	0	0	0	0	3096.9 ± 0.1
			D^+	0^-	$\frac{1}{2}$	0	$+1$	$+\frac{1}{2}$	$+1$	1869.3 ± 0.6
				D^-	0^-	$\frac{1}{2}$	0	-1	$-\frac{1}{2}$	
			D^0	0^-	$\frac{1}{2}$	0	-1	$+\frac{1}{2}$	0	1864.6 ± 0.6
				D^0	0^-	$\frac{1}{2}$	0	$+1$	$-\frac{1}{2}$	
			$D_s^+(F^+)$ $D_s^-(F^-)$	0^-	0	$+1$ -1	$+$ $-$	0	$+1$ -1	1970.5 ± 2.5
				F	1^-	0	0	0	0	
	重	核 子	p	$\frac{1}{2}^+$	$\frac{1}{2}$	0	0	$+\frac{1}{2}$	$+1$	938.2796 ± 0.0027
			n	$\frac{1}{2}^+$	$\frac{1}{2}$	0	0	$-\frac{1}{2}$	0	939.5731 ± 0.0027
		超	Λ	$\frac{1}{2}^+$	0	-1	0	0	0	1115.60 ± 0.05
			Σ^+ Σ^0 Σ^-	$\frac{1}{2}^+$	1	-1	0	$+1$ 0 -1	$+1$ 0 -1	1189.37 ± 0.06 1192.47 ± 0.08 1197.35 ± 0.05

续表

平均寿命 τ 或全宽度 Γ	衰	变
	主要方式	百分比 %
$51.1 \pm 0.8 \text{ MeV}$	$K\pi$	~ 100
$51.1 \pm 0.8 \text{ MeV}$	$K\pi$	~ 100
$9.8 \pm 0.3 \text{ MeV}$	$\pi^+\pi^-\pi^0, \pi^0\gamma, \pi^+\pi^-$	$89.9 \pm 0.6, 8.8 \pm 0.5, 1.3 \pm 0.3$
$4.22 \pm 0.13 \text{ MeV}$	$K^+K^-, K_s^0K_s^0, \pi^+\pi^-\pi^0(\rho\pi)$	$48.6 \pm 1.2, 35.1 \pm 1.2, 14.7 \pm 0.7$
$316 \pm 45 \text{ MeV}$	$\rho\pi$	~ 100
$110 \pm 5 \text{ MeV}$	$\rho\pi, \eta\pi, \omega\pi\pi, KK$	$70.1 \pm 2.2, 14.5 \pm 1.2, 10.6 \pm 2.5, 4.9 \pm 0.8$
$200 \pm 20 \text{ MeV}$	$2\pi, 4\pi(\pi\pi\rho, 2\rho, \omega\pi, \omega\pi)$	$23.8 \pm 1.3, 70.9 \pm 1.9$
$63 \pm 9 \text{ KeV}$	$e^+e^-, \mu^+\mu^-, \text{强子} + \text{光子}$	$7 \pm 1, 7 \pm 1, 86 \pm 2$
$9.2^{+1.3}_{-1.0} \times 10^{-13} \text{ s}$	$K^0(K^0) + \text{其它}, K^{*+} + \text{其它}, K^{*-} + \text{其它}, e^+ + \text{其它}, K^0(K^0) + \text{其它}, K^{*+} + \text{其它}, K^{*-} + \text{其它}, e^- + \text{其它}$	$48 \pm 15, 6.0 \pm 3.3, 16 \pm 4, 18.2 \pm 1.7$
$4.3^{+0.5}_{-0.4} \times 10^{-13} \text{ s}$	$K^0(K^0) + \text{其它}, K^{*+} + \text{其它}, K^{*-} + \text{其它}, e^+ + \text{其它}, K^0(K^0) + \text{其它}, K^{*+} + \text{其它}, K^{*-} + \text{其它}, e^- + \text{其它}$	$33 \pm 10, 8 \pm 3, 44 \pm 10, 7.0 \pm 1.1$
$2.8^{+1.6}_{-0.7} \times 10^{-13} \text{ s}$	$\phi\pi^-, \phi\pi^+\pi^-\pi^-$	
$43 \pm 3 \text{ KeV}$	$\tau^+\tau^-, \mu^+\mu^-, e^+e^-$	
$\sim \infty (>10^{32} \text{ y})$		
$898 \pm 16 \text{ s}$	$\rho e^+ \nu_e$	100
$(2.632 \pm 0.020) \times 10^{-10} \text{ s}$	$\rho\pi, \pi\pi^0$	$64.2 \pm 0.5, 35.8 \pm 0.5$
$(0.802 \pm 0.005) \times 10^{-10} \text{ s}$ $(5.8 \pm 1.3) \times 10^{-20} \text{ s}$ $(1.482 \pm 0.011) \times 10^{-10} \text{ s}$	$\rho\pi^0, \pi\pi^-, \gamma, \pi\pi^+$	$51.6 \pm 0.7, 48.4 \pm 0.7, \sim 100, \sim 100$

粒 子			性 质					
分类和名称	符 号	J^P	I^G	S	解 释	I_3	电 荷 Q	质 量 (MeV c^{-2})
子	子	Ξ^0	$\frac{1}{2}^+$	$\frac{1}{2}$	2	0	$-\frac{1}{2}$	1314.9 ± 0.6
		Ξ^-	$\frac{1}{2}^+$	$\frac{1}{2}$	2	0	$-\frac{1}{2}$	1321.32 ± 0.13
		Ω	$\frac{3}{2}^+$	0	-3	0	1	1672.45 ± 0.29
	共振	$\Lambda(1520)$	$\frac{3}{2}^+$					1510—1530
		$\Lambda(1680)$	$\frac{5}{2}^+$	$\frac{1}{2}$	0	0	+1	1670—1690
		$\Lambda(2190)$	$\frac{7}{2}^+$	$\frac{1}{2}$	0	0	0	2120—2230
		$\Lambda(2220)$	$\frac{9}{2}^+$					2150—2300
		$\Delta(1232)$	$\frac{3}{2}^+$			+3/2	+2	1230—1234
		$\Delta(1950)$	$\frac{7}{2}^+$	$\frac{3}{2}$	0	0	+1	1910—1960
		$\Delta(2420)$	$\frac{11}{2}^+$			-3/2	-1	2380—2450
	子	$\Lambda(1520)$	$\frac{3}{2}^+$					1519.5 ± 1.0
		$\Lambda(1820)$	$\frac{5}{2}^+$	0	-1	0	0	1815—1825
		$\Lambda(2100)$	$\frac{7}{2}^+$					2090—2110
		$\Sigma(1385)$	$\frac{3}{2}^+$	1	-1	0	+1	(+) 1382.8 $\pm$ 0.4, (0) 1383.7 $\pm$ 1.0
		$\Sigma(1775)$	$\frac{5}{2}^+$			-1	-1	(-) 1387.2 $\pm$ 0.6 1770—1780
		$\Xi(1530)$	$\frac{3}{2}^+$	$\frac{1}{2}$	-2	0	0	(0) 1531.8 $\pm$ 0.3 (-) 1535.0 $\pm$ 0.6
	新粒子	Λ_c^+	$\frac{1}{2}^+$	0	0	+1	+1	2281.2 ± 3.0

注：表中只列出稳定粒子及少量共振粒子和新粒子。表中未列出轻子和重子的反粒
又胶子是强作用理论QCD所预言的粒子，迄今尚未由实验证实。