

第三节 介子和重子衰变性质简介(PDG2022)

一、赝标量介子的主要衰变

最轻的介子，味道改变的衰变，只能弱衰变，电磁衰变。

$\pi^\pm(140)$

$$\tau = 2.6033(5) \times 10^{-8} \text{ s}$$

$$\pi^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu(\bar{\nu})$$

99.98770(4)%

弱衰变

$$\pi^\pm \rightarrow e^\pm \nu_e(\bar{\nu}_e)$$

1.230(4) $\times 10^{-4}$ ← 螺旋度压低

$$\pi^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu(\bar{\nu})\gamma$$

2.00(25) $\times 10^{-4}$

$\pi^0(135)$

$$\tau = 8.43(13) \times 10^{-17} \text{ s}$$

(主要是电磁衰变，所以短寿命。)

$$\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$$

98.823(34)%

电磁衰变

$$\pi^0 \rightarrow \gamma e^+ e^-$$

1.174(35)%

$\eta(547)$

$\Gamma = 1.31(5) \text{ keV}$

(质量大，衰变道较多，寿命更短，用宽度)

$\eta \rightarrow \gamma\gamma$

39.36(18)%

电磁衰变

$\eta \rightarrow \pi^0\pi^0\pi^0$

32.57(21)%

$\eta \rightarrow \pi^0\pi^+\pi^-$

23.02(25)%

G宇称不守恒；

同位旋破坏效应的强衰变

$\eta'(958)$

$\Gamma = 230(21) \text{ keV}$

(质量大，衰变道多，有强衰变，寿命更短)

$\eta' \rightarrow \pi^+\pi^-\eta$

42.5(5)%

$\eta' \rightarrow \pi^0\pi^0\eta$

22.4(5)%

} 三体强衰变，无两体。

$\eta' \rightarrow \rho^0\gamma$

29.5(4)%

$\eta' \rightarrow \omega\gamma$

2.52(7)%

$\eta' \rightarrow \gamma\gamma$

2.307(33)%

} 电磁衰变。

$K^+(494)$

$$\tau = 1.2379(21) \times 10^{-8} s$$

**63.56(11)%****1.582(7) $\times 10^{-5}$**

纯轻子衰变 (leptonic)

螺旋度压低

**3.352(33)%****5.07(4)%**

弱衰变

强子弱衰变 (hadronic)

**20.67(8)%****1.760(23)%****5.583(24)%** $K_S^0(498)$

$$\tau = 0.8954(4) \times 10^{-10} s$$

**69.20(5)%****30.69(5)%****3.5(1) $\times 10^{-7}$**

弱衰变

$K_L^0(498)$

$$\tau = 5.099(21) \times 10^{-8} \text{ s}$$

$$K_L^0 \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu_e$$

40.55(11)%

$$K_{e3}^0$$

半轻子衰变

$$K_L^0 \rightarrow \pi^\pm \mu^\mp \nu_\mu$$

27.04(7)%

$$K_{\mu 3}^0$$

$$K_L^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0$$

19.52(12)%

$$K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$$

$1.97(1) \times 10^{-3}$

$$K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$$

12.54(5)%

$$K_L^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$$

$8.64(6) \times 10^{-4}$

CP 破坏

二、矢量介子的主要衰变

宽共振态，以强衰变为主，末态为赝标量介子。

 $\omega(782)$

$$\Gamma = 8.68(13) \text{ MeV}$$

$$\Gamma_{ee} = 0.60(2) \text{ keV}$$

$$\omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$$

89.2(7)% 强衰变

$$\omega \rightarrow e^+ e^- \quad 7.38(22) \times 10^{-5}$$

$$\omega \rightarrow \pi^0 \gamma$$

8.35(27)%

$$\omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \quad 1.53(11)\%$$

电磁，
G破坏

$\varphi(1020)$

$$\Gamma = 4.26 \text{ MeV}$$

$$\varphi \rightarrow K^+ K^-$$

$$\varphi \rightarrow K_L^0 K_S^0$$

$$\varphi \rightarrow \rho\pi + \pi^+\pi^-\pi^0$$

$$\varphi \rightarrow \eta\gamma$$

$$\Gamma_{ee} = 1.251(21) \text{ keV}$$

$$49.1(5)\%$$

$$33.9(4)\%$$

$$15.4(4)\%$$

$$1.301(25)\%$$

强衰变

(OZI Suppression)

一级电磁衰变

$\rho(770)$

$$\Gamma \approx 150 \text{ MeV}$$

$$\Gamma_{ee} = 7.04(6) \text{ keV}$$

$$\rho \rightarrow \pi\pi$$

$$\rho^0 \rightarrow e^+e^-$$

$$\sim 100\%$$

$$4.72(5) \times 10^{-5}$$

强衰变

二级电磁衰变

$K^*(892)$

$$\Gamma \approx 51 \text{ MeV}$$

强衰变

$$K^* \rightarrow K\pi$$

$$\sim 100\%$$

$$K^* \rightarrow K\gamma$$

$$O(10^{-3})$$

一级电磁衰变

三、重子八重态（基态）的主要衰变

基态八重态是最轻的重子超多重态，由于重子数严格守恒，因此只通过弱衰变和电弱衰变。主要衰变末态为一个重子加赝标量介子或轻子或光子。

$p(938)$

$$\tau > 1.6 \times 10^{31} \text{ year}$$

质量最轻的重子，是稳定粒子，不衰变。
标准模型中不衰变，大统一模型中寿命为

$n(939)$

$$\tau = 878.4(5) \text{ s}$$

弱衰变

$$n \rightarrow p e^- \bar{\nu}_e$$

100%

$\Lambda^0(1116)$

$$\tau = 2.632(20) \times 10^{-10} \text{ s}$$

$$\Lambda^0 \rightarrow p \pi^-$$

63.9(5)%

$$\Lambda^0 \rightarrow n \pi^0$$

35.8(5)%

$$\Lambda^0 \rightarrow n \gamma$$

0.175(15)%

弱衰变 ($\Delta S = 1$)

电弱圈图衰变 ($\Delta S = 1$)

$\Sigma^+(1189)$

$$\tau = 0.8018(26) \times 10^{-10} \text{ s}$$

$\Sigma^+ \rightarrow p\pi^0$	51.57(30)%	弱衰变 ($\Delta S = 1$)
$\Sigma^+ \rightarrow n\pi^+$	48.31(30)%	
$\Sigma^+ \rightarrow p\gamma$	0.123(5)%	电弱圈图衰变 ($\Delta S = 1$)

$\Sigma^-(1189)$

$$\tau = 1.479(11) \times 10^{-10} \text{ s}$$

$\Sigma^- \rightarrow n\pi^-$	99.848(5)%	弱衰变 ($\Delta S = 1$)
$\Sigma^- \rightarrow ne^-\bar{\nu}_e$	0.1017(34)%	

$\Sigma^0(1192)$

$$\tau = 7.4(7) \times 10^{-20} \text{ s}$$

(电磁衰变, 寿命短)

$\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0\gamma$	$\sim 100\%$	一级电磁衰变
$\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0 e^+ e^-$	0.50%	二级电磁衰变

$\Xi(1318)$

$$\tau(\Xi^0) = 2.90(9) \times 10^{-10} \text{ s}, \quad \tau(\Xi^-) = 1.639(15) \times 10^{-10} \text{ s}$$

$$\Xi \rightarrow \Lambda\pi \quad \sim 99.5 - 99.9\%$$

$$\Xi^0 \rightarrow \Lambda\gamma \quad 1.17(7) \times 10^{-3}$$

$$\Xi^0 \rightarrow \Sigma^0\gamma \quad 3.33(10) \times 10^{-3}$$

$$\Xi^- \rightarrow \Sigma^-\gamma \quad 1.27(23) \times 10^{-4}$$

弱衰变 ($\Delta S = 1$)

电弱圈图衰变 ($\Delta S = 1$)

$$\Xi^- \rightarrow \Lambda e \bar{\nu}_e \quad 5.63(31) \times 10^{-4} \quad \text{类似 } \beta \text{ 衰变}$$

四、重子十重态（基态）的主要衰变

主要通过强相互作用衰变到八重态重子，大都是宽共振态。

$\Delta(1232)$

$$\Gamma \approx 117 \text{ MeV}$$

$$\Delta \rightarrow N\pi \quad 99.4\% \quad \text{强衰变}$$

$$\Delta \rightarrow N\gamma \quad 0.55 - 0.65\% \quad \text{电磁衰变}$$

$\Sigma^*(1385)$

$\Gamma \approx 37 \text{ MeV}$

$$\left. \begin{array}{ll} \Sigma^* \rightarrow \Lambda\pi & 87.0(1.5)\% \\ \Sigma^* \rightarrow \Sigma\pi & 11.7(1.5)\% \end{array} \right\} \text{强衰变} \quad \left. \begin{array}{ll} \Sigma^* \rightarrow \Lambda\gamma & 1.25(12)\% \\ \Sigma^* \rightarrow \Sigma\gamma & 0.70(17)\% \end{array} \right\} \text{一级电
磁衰变}$$

$\Xi^*(1535)$

$\Gamma \approx 9 - 10 \text{ MeV}$

$$\begin{array}{ll} \Xi^* \rightarrow \Xi\pi & \sim 100\% \\ \Xi^* \rightarrow \Xi\gamma & < 3.7\% \end{array}$$

$\Omega^-(1672)$

$\tau = 0.821(11) \times 10^{-10} \text{ s}$
--

$$\left. \begin{array}{ll} \Omega^- \rightarrow \Lambda K^- & 67.8(7)\% \\ \Omega^- \rightarrow \Xi^0 \pi^- & 23.6(7)\% \\ \Omega^- \rightarrow \Xi^- \pi^0 & 8.6(4)\% \end{array} \right\} \text{弱衰变 } (\Delta S = 1)$$