

第三节 介子和重子衰变性质简介

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。

$\pi^\pm(140)$	$\pi^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu(\bar{\nu})$	99.99%	弱衰变
	$\pi^\pm \rightarrow e^\pm \nu_e(\bar{\nu}_e)$	1.23×10^{-4}	螺旋度压低
	$\pi^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu(\bar{\nu}) \gamma$	2.00×10^{-4}	
	$\tau = 2.6033 \times 10^{-8} s$		

$\pi^0(135)$	$\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$	98.8%	电磁衰变
	$\pi^0 \rightarrow \gamma e^+ e^-$	1.198%	
	$\tau = 8.4 \times 10^{-17} s$		(主要是电磁衰变，所以短寿命。)

$\eta(547)$	$\eta \rightarrow \gamma\gamma$	39.43%	}	电磁衰变 G宇称不守恒
	$\eta \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0$	32.51%		
	$\eta \rightarrow \pi^0 \pi^+ \pi^-$	22.6%		

$$\Gamma = 1.18 \text{keV}$$

(因为质量很大, 可以衰变的道较多, 寿命更短, 只能用宽度来衡量).

$\eta'(958)$	$\eta' \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta$	44.3%	}	三体强衰变, 无两体
	$\eta' \rightarrow \pi^0 \pi^0 \eta$	20.9%		
	$\eta' \rightarrow \rho^0 \gamma$	29.5%	}	电磁衰变
	$\eta' \rightarrow \omega \gamma$	3%		
	$\eta' \rightarrow \gamma\gamma$	2%		

$$\Gamma = 202 \text{keV}$$

(因为质量很重, 可以衰变的道较多, 有强衰变, 寿命更短, 只能用宽度来衡量).

反常 , 有两胶子成分。

$K^+(494)$	$K^+ \rightarrow \mu^+ \nu$	63.43%	弱衰变
	$K^+ \rightarrow e^+ \nu_e$	1.55×10^{-5}	螺旋度压低
	$K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$	21.13%	
	$K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$	1.73%	弱衰变
	$K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$	5.58%	
	$K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu_\mu$	3.27%	
	$K^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu_e$	4.87%	
	$\tau = 1.2384 \times 10^{-8} s$		

$K_S^0(498)$	$K_S^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$	69.20%	} 弱衰变
	$K_S^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$	30.69%	
	$K_S^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$	3.5×10^{-7}	
	$\tau = 0.895 \times 10^{-10} s$		

$K_L^0(498)$	$K_L^0 \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu_e$	40.53%	K_{e3}^0	} 半轻子衰变
	$K_L^0 \rightarrow \pi^\pm \mu^\mp \nu_\mu$	27.02%	$K_{\mu3}^0$	
	$K_L^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0$	19.56%		
	$K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$	12.56%		
	$K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$	1.98×10^{-3}	} CP 破坏	
	$K_L^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$	8.69×10^{-4}		
	$\tau = 5.114 \times 10^{-8} s$			

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。

$\omega(782)$	$\omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$	89.1%	强衰变
	$\omega \rightarrow \pi^0 \gamma$	8.7%	一级电磁衰变
	$\omega \rightarrow \pi^+ \pi^-$	1.7%	二级电磁衰变， G宇称破坏
	$\omega \rightarrow e^+ e^-$	6.75×10^{-5}	二级电磁衰变
	$\Gamma = 8.49 MeV$	$\Gamma_{ee} = 0.60 keV$	

$\phi(1020)$	$\phi \rightarrow K^+ K^-$	49.2%	} 强衰变
	$\phi \rightarrow K_L^0 K_S^0$	33.7%	
	$\phi \rightarrow \rho\pi + \pi^+ \pi^- \pi^0$	15.5% (OZI Suppression)	
	$\phi \rightarrow \eta\gamma$	1.3%	一级电磁衰变
$\Gamma = 4.26 MeV$			

$\rho(770)$	$\rho \rightarrow \pi\pi$	$\sim 100\%$	强衰变
	$\rho^0 \rightarrow e^+ e^-$	4.70×10^{-5}	二级电磁衰变
$\Gamma = 149.4 MeV$		$\Gamma_{ee} = 7.02 keV$	

$K^*(892)$	$K^* \rightarrow K\pi$	$\sim 100\%$	强衰变
	$K^* \rightarrow K\gamma$	$O(10^{-3})$	一级电磁衰变
$\Gamma = 51 MeV$			

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。

$p(938)$ 质量最轻的重子，是稳定粒子。标准模型中不衰变，大统一模型中寿命为 $\tau > 1.6 \times 10^{31} \text{ year}$

$n(939)$ $n \rightarrow pe^- \bar{\nu}_e$ 100% 弱衰变
 $\tau = 886s$

$\Lambda^0(1116)$ $\Lambda^0 \rightarrow p\pi^-$ 63.9%
 $\Lambda^0 \rightarrow n\pi^0$ 35.8% } 弱衰变, $\Delta S = 1$
 $\Lambda^0 \rightarrow n\gamma$ 0.175% 电弱圈图衰变
 $\tau = 2.632 \times 10^{-10} s$

$\Sigma^+(1189)$	$\Sigma^+ \rightarrow p\pi^0$ 51.57% $\Sigma^+ \rightarrow n\pi^+$ 48.31% $\Sigma^+ \rightarrow p\gamma$ 0.123%	} 弱衰变, 电弱圈图衰变	$\Delta S = 1$
	$\tau = 0.8018 \times 10^{-10} s$		
$\Sigma^-(1189)$	$\Sigma^- \rightarrow n\pi^-$ 99.8% $\Sigma^- \rightarrow ne^-\bar{\nu}_e$ 0.10%	弱衰变, 弱衰变	$\Delta S = 1$
	$\tau = 1.479 \times 10^{-10} s$		
$\Sigma^0(1192)$	$\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0\gamma$ $\sim 100\%$ $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0 e^+ e^-$ 0.50%	一级电磁衰变 二级电磁衰变	
	$\tau = 7.4 \times 10^{-20} s$	(电磁衰变, 寿命短)	

$\Xi(1318)$	$\Xi \rightarrow \Lambda\pi$	99%	弱衰变,	$\Delta S = 1$
	$\Xi^0 \rightarrow \Lambda\gamma$	1.18×10^{-3}	电弱衰变	
	$\Xi^0 \rightarrow \Sigma^0\gamma$	3.33×10^{-3}		
	$\Xi^- \rightarrow \Sigma^-\gamma$	1.27×10^{-4}		
	$\tau \sim 1 \times 10^{-10} s$			

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。

$\Delta(1232)$	$\Delta \rightarrow N\pi$	99%	强衰变
	$\Delta \rightarrow N\gamma$	0.5%	电磁衰变
	$\Gamma = 120 MeV$		

$\Sigma^*(1385)$	$\Sigma^* \rightarrow \Lambda\pi$	88%	} 强衰变
	$\Sigma^* \rightarrow \Sigma\pi$	12%	
	$\Gamma = 37MeV$		

$$\Xi^*(1535) \quad \Xi^* \rightarrow \Xi\pi \quad \sim 100\%$$

$$\Xi^* \rightarrow \Xi\gamma \quad < 4\%$$

$$\Gamma = 9\text{MeV}$$

$$\Omega^-(1672) \quad \Omega^- \rightarrow \Lambda K^- \quad 67.8\%$$

$$\Omega^- \rightarrow \Xi^0\pi^- \quad 23.6\%$$

$$\Omega^- \rightarrow \Xi^-\pi^0 \quad 8.6\%$$

$$\tau = 0.822 \times 10^{-10} \text{s}$$

弱衰变